

Michel Rautureau, coordonnateur

# Argiles et santé

Propriétés et thérapies



antalgique  
anti-infectieuse  
antimycosique  
antiphlogistique  
antisérotonine  
bioactivatrice  
cicatrisante  
désinfiltrante  
hémolytique  
sédative

...

ditions  
édicales  
internationales

*Lavoisier*



# **Argiles et santé**

Propriétés et thérapies



# Argiles et santé

## Propriétés et thérapies

**Michel Rautureau**

coordonnateur

Docteur d'État ès sciences physiques,  
Maître de Conférences des universités

**Nicole Liewig**

Docteur d'État ès sciences naturelles,  
Chargée de recherche au CNRS

**Celso Gomes**

Ph. D in Materials Science,  
Professeur, université d'Aveiro (Portugal)

**Mehrnaz Katouzian-Safadi**

Docteur d'État ès sciences biologiques,  
Chargée de recherche au CNRS,  
Chargée de cours, université Paris 7

Préface

**Yvon Le Maho**

ditions  
édicales  
internationales

Allée de la Croix-Bossée  
94234 Cachan cedex

## Chez le même éditeur

*Encyclopédie des vitamines – Du nutriment au médicament*  
Guilland J.-C., Lequeu B., 2009

*Dictionnaire pharmaceutique – Pharmacologie et chimie des médicaments*  
Landry Y., Rival Y., 2006

*Dictionnaire de science du sol*  
Lozet J., Mathieu C., 4<sup>e</sup> édition, 2002



© LAVOISIER, 2010

ISBN : 978-2-7430-1202-1

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands Augustins - 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code pénal art. 425).

# Préface

À la lecture de ce livre, le lecteur sera certainement étonné de l'ancienneté et de l'importance des observations sur le rôle biologique des argiles. Ces connaissances établies empiriquement, comme celles qui nous sont rapportées par un auteur expert de la médecine arabe du Moyen Âge, se sont traduites par le développement d'une pharmacopée simple et peu coûteuse. Face à la pauvreté d'une grande partie de la population mondiale et au problème criant de la faim, il n'est donc pas surprenant de voir des enfants manger de l'argile. Cette « géophagie nutritionnelle » est d'ailleurs probablement restée dans beaucoup de mémoires, suite aux images retransmises dans les médias du monde entier, montrant la confection de galettes d'argile par des populations haïtiennes. La multiplicité des argiles, qui étonnera également le lecteur de cet ouvrage, permet d'envisager une passionnante étude comparative de leur propriétés. Cependant, le rôle biologique des argiles a été encore peu abordé au plan scientifique. l'une des premières raisons de ce désintérêt est probablement le faible rapport financier à escompter avec cette pharmacopée. Une autre explication peut être trouvée dans l'hégémonie de la recherche sur le génome qui a caractérisé l'étude du vivant ces dernières décennies. Il est probable que la prise de conscience des excès d'une vision trop réductionniste de la biologie et le développement d'une recherche plus intégrative favorisera l'approche plus fonctionnelle que nécessite l'étude du rôle biologique des argiles. Mais les équipes de recherche n'obtiendront les moyens humains et financiers nécessaires que si les mentalités de ceux qui attribuent les moyens de recherche évoluent, notamment en considérant plus sérieusement les médecines dites « naturelles ».

Dans ce contexte, l'un des grands mérites de ce livre est de faire le tri entre les nombreuses qualités biologiques des argiles déjà établies empiriquement depuis les débuts de l'Antiquité, d'ailleurs sans pour autant que les mécanismes d'action en soient la plupart du temps parfaitement compris, et celles qui pour

l'instant n'ont aucun fondement réel et correspondent à du charlatanisme. Une meilleure compréhension des divers rôles biologiques des argiles et de leur mécanismes sous jacents ne présenterait donc pas seulement un grand intérêt pour la médecine et la recherche fondamentale, elle permettrait également, face à l'explosion du marché des faux médicaments dans les pays pauvres et à une médecine parallèle en plein essor dans les pays nantis, de mieux discerner les contours et les bénéfices d'une pharmacopée encore une fois facilement accessible.

L'un des autres mérites de ce livre est de faire découvrir au lecteur que la géophagie n'est pas le seul apanage de l'homme. Les animaux ont également appris à tirer profit des bienfaits des argiles, qu'ils sélectionnent d'ailleurs comme ces perroquets d'Amazonie qui ingèrent certaines argiles en tirant profit de leur accessibilité sur les berges érodées par des cours d'eau. Il n'est pas en effet courant que l'on puisse enrichir la compréhension d'une pharmacopée développée par l'homme de celle qui au cours de l'évolution a également été développée chez l'animal dans son milieu naturel. Ainsi, alors que les populations humaines ont particulièrement développé l'usage de l'argile au plan nutritionnel, eu égard à leur bénéfice alimentaire ou à leur efficacité dans le cas de désordres intestinaux, l'ingestion d'argile par certains animaux leur permettrait de se nourrir de graines autrement toxiques.

Face à l'urgence socio-médicale, les compétences regroupées dans cet ouvrage ont permis de traiter le sujet sous ses différentes formes d'actualité et d'utilité scientifique et de fournir au lecteur une vision synthétique, historique et pluridisciplinaire, des rapports entre l'homme et les animaux avec un matériau omniprésent à la surface de la planète. Malgré l'ancienneté de ces rapports, le lecteur devrait entrevoir la modernité qui se dégage grâce aux instruments permettant aujourd'hui aux scientifiques d'aborder l'échelle nano des structures cellulaires et cristallines, cette échelle où se jouent justement de subtils échanges et interactions entre les atomes à la frontière du vivant et du minéral. L'enseignement à en tirer est immense...

**Yvon Le Maho**

Membre de l'Académie des Sciences, Paris.  
Écophysiologiste, directeur de recherche au CNRS,  
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien, Strasbourg.



## Liste des auteurs

### **Celso Gomes**

*PhD in Materials Science from the Leeds University  
Docteur en science des matériaux  
Professor, Departamento de Geociências,  
Universidade de Aveiro  
Campus Universitário de Santiago  
3810-193 Aveiro, Portugal*

### **Mehrnaz Katouzian-Safadi**

*Docteur d'État ès sciences biologiques  
Chargée de recherche au CNRS  
Chargée de cours à l'université Paris 7  
UMR 7219-CNRS  
Université Paris 7 Diderot  
Centre d'histoire des sciences et des philosophies arabes et médiévales*

### **Nicole Liewig**

*Docteur d'État ès sciences naturelles  
Chargée de recherche au CNRS  
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien  
Département écologie, physiologie et éthologie  
UMR 7178 CNRS-UDS  
23, rue Becquerel, 67087 Strasbourg cedex 2*

### **Michel Rautureau, coordonnateur**

*Docteur d'État ès sciences physiques  
Maître de Conférences, retraité,  
Université d'Orléans*

## *Remerciements*

Les auteurs remercient pour leur participation ou leurs conseils :

|                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| Mme Jade Allègre ;           | M. André Lingois ;           |
| Mme Nadia Alem ;             | M. Alain Piquard ;           |
| M. Alain Baronnet ;          | M. Guy Pierre ;              |
| M. Daniel Beaufort ;         | M. Alain Plançon ;           |
| M. Jean-Christophe Charrié ; | Mme Thérèse Rautureau ;      |
| M. Norbert Clauer ;          | M. Roshdi Rashed ;           |
| Mme Joëlle Duplay ;          | Mme Joëlle Ricordel ;        |
| Mme Françoise Elsass ;       | M. Eduardo Ruiz-Hitzky ;     |
| Mme Josiane Francart         | M. Henri Van Damme ;         |
| M. Hervé Gaboriau ;          | M. Fernando Veniale ;        |
| Mme Khadidja Guellil ;       | M. Jacques Yvon.             |
| M. Toshiro Kogure ;          | Les sociétés scientifiques : |
| Mme Anne-Marie Jaunet ;      | GFA et AIPEA.                |
| M. Mohamed Khodja ;          |                              |

En hommage à : Caillère S, Hénin S et Millot G.

*Alors Dieu modela l'homme avec la glaise du sol, insuffla dans ses narines une haleine de vie et l'homme devint un Être vivant,*

La Genèse, chapitre 2, verset 7

*J'ai toujours pensé que nous sommes faits de glaise, que la vie n'a de cesse de nous modeler. Le plus important reste donc de faire très attention à ce qu'elle ne sèche pas. Sinon, tout est perdu : on devient prétentieux, on s'enferme dans ses certitudes, on se love dans son confortable train-train quotidien, on se construit un rempart nous interdisant pour toujours l'accès à l'émerveillement, à l'enchantement.*

Maud Fontenoy, *in* Le Sel de la vie, 2007



# Table des matières

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| <b>Préface</b> .....           | V    |
| <b>Liste des auteurs</b> ..... | VII  |
| <b>Remerciements</b> .....     | VIII |
| <b>Avant-propos</b> .....      | 1    |
| <b>Introduction</b> .....      | 7    |

## Chapitre 1

### **Aspect historique d'une pharmacopée naturelle : l'argile dans le corpus de « la pharmacopée médiévale » écrite en langue arabe**

|   |    |
|---|----|
| 1. Introduction .....   | 15 |
| 2. Variétés géographiques et propriétés physiques des différentes argiles ... | 18 |
| 3. Quelles argiles pour quelles thérapies? .....                              | 21 |
| 3.1. Selon Hunayn Ibn Ishâq (804-877) .....                                   | 22 |
| 3.2. Selon Râzî (865-925) .....   | 23 |
| 3.3. Selon Avicenne (980-1037) .....  | 26 |
| 3.4. Du XI <sup>e</sup> siècle à... ..  | 27 |
| 4. L'argile et la vie quotidienne .....                                       | 28 |
| 4.1. Omniprésence de l'argile .....   | 28 |
| 4.2. L'argile : ingrédient complice des falsifications .....                  | 29 |
| 4.3. L'argile : ingrédient de guérisons légendaires .....                     | 29 |

## *Chapitre 2*

### **Description des matériaux argileux**

|   |    |
|---|----|
| 1. Définition des argiles . . . . .   | 31 |
| 2. Contexte géologique : origine des argiles et formation des gisements . . . . . | 33 |
| 3. Qualité des gisements et nocivité de certains minéraux argileux . . . . .      | 35 |
| 4. Caractérisation minéralogique . . . . .  | 37 |
| 5. Exploitation des argiles . . . . .   | 43 |
| 5.1. Domaine pédologique . . . . .  | 44 |
| 5.2. Domaine artisanal et industriel . . . . .                                    | 45 |
| 5.3. Domaine chimique. . . . .  | 46 |

## *Chapitre 3*

### **Réactivité des argiles en fonction de leurs propriétés structurales**

|   |    |
|---|----|
| 1. Structure des minéraux argileux . . . . .  | 49 |
| 1.1. Configuration cristalline idéale des minéraux argileux . . . . .                                   | 49 |
| 1.2. Configuration des argiles naturelles . . . . .   | 54 |
| 1.2.1. Substitutions ioniques . . . . .   | 55 |
| 1.2.2. Distorsions du réseau cristallin et formes des particules . . . . .                              | 56 |
| 1.2.3. Stabilité et fragilité du réseau cristallin et des particules<br>des minéraux argileux . . . . . | 59 |
| 2. Propriétés physiques et physicochimiques . . . . .   | 60 |
| 2.1. Importance de l'état physique des argiles utilisées . . . . .                                      | 60 |
| 2.2. Importance du milieu dispersant . . . . .  | 62 |
| 2.2.1. Milieu continu fluide . . . . .  | 62 |
| 2.2.2. Milieu continu gazeux . . . . .  | 64 |
| 2.3. Différents types d'eau . . . . .   | 65 |
| 2.3.1. Eau libre . . . . .  | 65 |
| 2.3.2. Eau intégrée à la structure des feuillets . . . . .  | 65 |
| 2.3.3. Eau complétant la structure des feuillets . . . . .  | 66 |
| 2.3.4. Eau d'hydratation des cations interfoliaires . . . . .   | 66 |
| 2.4. Différents états d'hydratation . . . . .   | 67 |
| 2.4.1. Argile sèche . . . . .   | 69 |
| 2.4.2. Argile en pâte . . . . .   | 70 |
| 2.4.3. Argile en suspension . . . . .   | 71 |
| 2.5. La couleur des argiles . . . . .   | 72 |
| 2.5.1. Importance de la couleur . . . . .   | 73 |
| 2.5.2. Origine de la couleur . . . . .  | 74 |
| 2.5.3. Évolution de la couleur . . . . .  | 76 |

## Chapitre 4

### Généralités sur l'application des argiles aux domaines de la santé et du bien-être

|  |     |
|--|-----|
| 1. Principaux domaines d'utilisation . . . . .                                 | 77  |
| 2. Complexité des interactions . . . . .                                       | 82  |
| 3. Réactivité et mode d'action des argiles . . . . .                           | 84  |
| 3.1. Différents types de surfaces réactives liés à la structure . . . . .      | 84  |
| 3.2. Différentes échelles de réactions . . . . .                               | 86  |
| 3.3. Différents modes d'action . . . . .                                       | 88  |
| 3.3.1. Mobilisation et transfert des éléments à partir des argiles . . . . .   | 89  |
| 3.3.2. Fixation et piégeage d'éléments sur les argiles . . . . .               | 89  |
| 4. Spécificités des modes d'application . . . . .                              | 92  |
| 4.1. Complexité des relations « besoin-application-effet » . . . . .           | 92  |
| 4.2. Base de connaissances pour l'application par les praticiens . . . . .     | 96  |
| 4.3. Temps d'application . . . . .   | 97  |
| 4.4. Étapes déterminantes pour l'optimisation des effets de l'argile . . . . . | 98  |
| 5. Principaux domaines d'action et d'application . . . . .                     | 99  |
| 5.1. Effet de barrière . . . . .   | 100 |
| 5.2. Apport de matière par l'argile . . . . .                                  | 101 |
| 5.3. Échange de matière entre l'argile et l'organisme . . . . .                | 102 |
| 5.4. Fixation de matière sur l'argile et entraînement . . . . .                | 103 |
| 5.5. Transport de matière entre les particules argileuses . . . . .            | 103 |
| 5.6. Action physique — Transfert thermique ou mécanique (pression) . . . . .   | 103 |

## Chapitre 5

### Thérapies à base d'argiles

|  |     |
|--|-----|
| 1. Thérapies physiques . . . . .                                     | 105 |
| 1.1. Kinésithérapie active . . . . .                                 | 106 |
| 1.1.1. Échange d'énergie physique. Pression mécanique . . . . .      | 106 |
| 1.1.2. Échange d'eau . . . . .                                       | 107 |
| 1.1.3. Échange de chaleur . . . . .                                  | 108 |
| 1.1.4. Régulation du tonus musculaire et de la circulation . . . . . | 109 |
| 1.1.5. Effet abrasif, adhérence et gommage . . . . .                 | 110 |
| 1.1.6. Déformation plastique et perception sensorielle . . . . .     | 112 |
| 1.2. Pélôïdes, emplâtres, cataplasmes et pansements . . . . .        | 113 |
| 1.3. Esthétique et bien-être . . . . .                               | 115 |
| 1.4. Effet douceur . . . . .   | 115 |
| 2. Thérapies avec échanges chimiques . . . . .                       | 115 |
| 2.1. Généralités . . . . .   | 116 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.2. Nature et position des éléments échangés . . . . .                       | 117 |
| 2.3. Cinétique des échanges de molécules par l'argile . . . . .               | 118 |
| 2.4. Limites de la capacité d'échange de l'argile . . . . .                   | 119 |
| 2.5. Risques des échanges réciproques entre l'argile et l'organisme . . . . . | 120 |
| 2.6. Apports d'oligoéléments par l'argile . . . . .                           | 120 |
| 3. Conditions d'emploi . . . . .  | 121 |

### *Chapitre 6*

#### **Principaux modes d'utilisation**

|   |     |
|---|-----|
| 1. Applications externes : contact avec la peau et pélothérapie . . . . .   | 123 |
| 2. Applications internes . . . . .  | 125 |
| 2.1. Complément alimentaire . . . . .                                       | 125 |
| 2.2. Application aux troubles intestinaux fonctionnels ou temporaires . . . | 127 |
| 3. Applications en présence d'autres molécules actives . . . . .            | 129 |

### *Chapitre 7*

#### **Approvisionnement, recyclage, commerce**

|  |     |
|--|-----|
| 1. Achat, stockage et conservation de l'argile . . . . . | 131 |
| 2. Préparation initiale par le fournisseur . . . . .     | 133 |
| 3. Recyclage. . . . .                                    | 135 |
| 4. Commercialisation . . . . .                           | 136 |
| 5. Impact économique actuel . . . . .                    | 136 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| <b>Conclusion</b> . . . . . | 139 |
|-----------------------------|-----|

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| <b>Bibliographie</b> . . . . . | 141 |
|--------------------------------|-----|

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| <b>Lexique</b> . . . . . | 145 |
|--------------------------|-----|

|  |     |
|--|-----|
| <i>Annexe 1 – Résumé des caractères des minéraux argileux importants dans le domaine de la santé</i> . . . . . | 149 |
|--|-----|

|   |     |
|---|-----|
| <i>Annexe 2 – Liste des propriétés reconnues et des pathologies</i> . . . . . | 151 |
|---|-----|

|   |     |
|---|-----|
| <i>Annexe 3 – Liste des oligoéléments</i> . . . . . | 157 |
|---|-----|

|  |     |
|--|-----|
| <i>Annexe 4 – Classification des phyllosilicates</i> . . . . . | 159 |
|--|-----|

|   |     |
|---|-----|
| <i>Annexe 5 – Minéraux argileux et commerciaux utilisés</i> . . . . . | 167 |
|---|-----|

|  |     |
|--|-----|
| <i>Annexe 6 – La surface des argiles</i> . . . . . | 171 |
|--|-----|



---

|  |     |
|--|-----|
| <b>Annexe 7 – Petit dictionnaire de l’argile</b> ..... | 173 |
| <b>Liste des figures</b> .....                         | 177 |
| <b>Liste des tableaux</b> .....                        | 179 |
| <b>Crédit photographique et graphique</b> .....        | 181 |
| <b>Index</b> .....                                     | 183 |



# Avant-propos

Les hommes ont de tout temps utilisé l'argile. Ce matériau était souvent présent au voisinage de l'eau et parfois même indiquait sa présence sur la quasi-totalité de leurs lieux de résidence. En fait, dans l'histoire de la planète, l'argile a largement précédé les hommes qui ont mis en valeur ses nombreuses et utiles propriétés. Si on considère que la vie a progressivement pris naissance dans les zones humides alors même que l'argile naissait de l'action destructrice de l'eau sur les roches, il est légitime de penser qu'une « relation privilégiée » a pu se développer tout au long de cette histoire commune entre les organismes vivants et le milieu minéral très particulier des argiles. On retrouve là l'origine de l'affinité de nombreux animaux pour l'argile, valable aussi pour les humains. Ces derniers l'ont intégrée progressivement dans les éléments de leurs cultures et de leurs cultes.

L'argile, matériau familier universellement utilisé, est restée scientifiquement très mal connue jusqu'à une époque récente, tout simplement parce qu'elle est formée de particules de très petites dimensions<sup>1</sup>. Lors des premières études scientifiques, cette matière minérale s'est avérée être « formée de particules élémentaires dont les dimensions, en règle générale, sont inférieures à deux micromètres<sup>2</sup> ». Ce critère dimensionnel reste de nos jours une valeur admise et souvent citée bien qu'elle ne soit pas exclusive de la présence d'autres minéraux ayant des dimensions semblables. Contrairement aux minéraux courants, l'argile a rarement une forme caractéristique visible à l'œil nu, ni même un état solide permanent. Mais malgré des particularités *a priori* peu favorables à son

---

1. Petite dimension qui classe les argiles dans le domaine des particules à propriétés colloïdales. On trouve les argiles sous forme de boue, de pâte, de poussières minérales, c'est-à-dire dans des états qui ont été pendant longtemps peu propices à l'attribution de caractères spécifiques.

2. Le micromètre ou encore millième de millimètre.

emploi, l'argile se reconnaît aisément et son utilisation s'est généralisée alors même que les propriétés de nombreux autres minéraux, pourtant plus faciles à manipuler, n'ont été reconnues que plus tardivement. Sur ce sujet, deux livres récents présentent une excellente synthèse de l'utilisation médicale des minéraux en général<sup>3,4</sup>. La présence d'argile dans les zones géologiques sédimentaires confère à cette matière un statut particulier par rapport à l'eau : elle est composée par des minéraux qui sont des phyllosilicates hydratés, c'est-à-dire des minéraux souvent issus de l'action dégradante de l'eau sur les roches silicatées des couches terrestres superficielles. De ce fait, il existe dans la nature, différentes espèces de « minéraux argileux ». Nous utilisons donc, dans la suite de cet ouvrage, soit le *singulier* pour désigner indistinctement les minéraux argileux dans leur ensemble, soit le *pluriel* pour permettre, éventuellement, un choix plus précis dans la détermination d'une famille ou d'une espèce particulière.

Les argiles trouvent leurs origines essentiellement dans la dégradation de diverses roches préexistantes. Elles en gardent des traces visibles dans la structure cristalline et la physicochimie des particules : tailles toujours très petites, composition chimique et organisation des atomes toujours influencées par le matériel parental. Ces minéraux sont instables et sensibles à toute situation nouvelle qui a tendance à les modifier, sans toutefois leur conférer un état définitivement stable. Ils réagissent à de très faibles variations d'énergie et constituent un intermédiaire privilégié pour une infinité de réactions naturelles. Grâce aux extraordinaires progrès des méthodes scientifiques, leur étude révèle l'existence de nombreux défauts<sup>5</sup> (par rapport au modèle idéal). Leurs propriétés physiques et chimiques et leurs spécificités témoignent d'héritages initiaux acquis dans leurs milieux de genèse ou d'adaptations ultérieures liées à l'éventuelle évolution du milieu au cours du temps.

*Les argiles sont des composants indispensables de cette « soupe originelle », souvent citée dans la littérature, dont sont également issues toutes les formes de vie. Sans que les argiles soient vraiment à l'origine de la vie, nous pouvons affirmer qu'elles l'ont constamment côtoyée et accompagnée. Elles ont contribué à rendre la vie possible et en sont des acteurs notoires et des complices efficaces. Les civilisations et leurs religions ne se sont pas trompées, elles se réfèrent toutes spontanément à l'argile et à l'eau qui lui est toujours associée.*

Actuellement, nous pouvons considérer les argiles comme une famille de minéraux sensibles aux conditions du milieu. Ce sont en quelque sorte des

3. Gomes C, Silva JB, (2006). *Minerals and human health, benefits and risks – Os Minerais e a Saúde Humana : Benefícios e Riscos*, édition bilingue des auteurs, Multipunto, Porto.

4. Carretero León MI, Pozo Rodríguez M (2007). *Mineralogia Aplicada. Salud y Medio Ambiente*. Thomson, Madrid.

5. Ces défauts sont constitués par des substitutions d'atomes et par des limitations de la dimension des particules (microcristallisation).

« *structures en évolution constante* ». En conséquence, les recherches fondamentales dans ce domaine sont particulièrement dynamiques et les perspectives d'applications sont multiples. Cette spécificité est très favorable à une utilisation dans le domaine de la santé où sciences et traditions peuvent enfin se rencontrer.

Pour les décrire, nous retenons deux définitions importantes des argiles :

- l'une granulométrique, ce sont des particules de taille inférieure à 2 micromètres ;
- l'autre minéralogique, ce sont des silicates hydratés phylliteux<sup>6</sup> ou semi-phylliteux.

Dans le *domaine de la santé humaine (ainsi que celle des animaux et des plantes)* que nous abordons dans cet ouvrage nous devons nous interroger sur l'interaction entre les argiles et de nombreux organismes vivants de tous les règnes. La connaissance des mécanismes d'interactions entre les organismes vivants et les argiles est restée empirique jusqu'au début du XX<sup>e</sup> siècle, car aucune étude scientifique solide n'était alors disponible ni même possible. Les médecins ont progressivement acquis, puis transmis, un savoir-faire reconnu mais qui s'est trouvé limité par l'absence de méthodologie analytique efficace. Progressivement la chimie et la physique ont permis des mesures quantitatives qui ont apporté la preuve de la structure minérale cristalline des argiles (organisation des atomes en réseau régulier). Dès lors, la progression des recherches a été très rapide d'abord dans le domaine industriel, puis dans celui des réactions à l'interface biologique, moins aisé à étudier. Toutefois, cette progression scientifique n'a pas été accessible à toutes les personnes concernées par l'utilisation des argiles. Ainsi de trop nombreuses interventions restent encore totalement empiriques, indémonstrables et parfois dangereuses.

Cependant, les bases fondamentales scientifiques sont à présent suffisantes pour permettre de donner des explications aux effets positifs de l'usage des argiles constatés dans le domaine de la santé. Parfois l'explication reste incertaine ou même absente et il faut alors admettre la réalité des effets positifs unanimement reconnus et reporter à plus tard la compréhension et l'explication scientifique. La position des médecins évolue, comme le montre un ouvrage récent du docteur Charrié<sup>7</sup> (clinicien qui s'est attaché avec des confrères, à trouver les explications permettant de conforter l'usage traditionnel de l'argile dans la littérature scientifique et ainsi justifier son usage clinique par l'intégration des données de la tradition dans la science).

***Il faut dès à présent exprimer très fortement une réalité : par rapport aux organismes vivants, l'ensemble des argiles n'est pas systématiquement***

6. Phylliteux, formé d'un morphème *phullon*, issu du grec *φυλλον* qui signifie « en forme de feuillet ».

7. Charrié JC (2007). *ABC de l'argile*. Grancher, Paris.

« *curatif* » et ne procure pas uniquement des bienfaits. Même si certaines argiles ont des propriétés utiles dans des cas déterminés, elles peuvent aussi être néfastes voire nuisibles. Quelques-unes sont même extrêmement dangereuses : c'est le cas du chrysotile, phyllosilicate entrant dans la constitution de l'amiante<sup>8</sup>, matériau industriel techniquement très utile mais dont l'action cancérogène sur les plèvres pulmonaires est en rapport avec la forme fibreuse des particules.

Il y a plusieurs façons de présenter les propriétés des argiles ; nous utiliserons deux méthodes fondamentalement distinctes. Elles s'appuient sur les notions d'ordre et de désordre qui sont deux grands états stables fondamentaux de la matière. Les particules d'argiles ayant un caractère microcristallisé, les chercheurs ont rapidement orienté leurs raisonnements en exploitant d'abord l'état cristallisé qui est bâti sur l'ordre. Dans une seconde étape ils ont accordé un rôle plus important à la microparticule elle-même. Ils ont alors entrepris de comprendre les propriétés de certains ensembles regroupant un très grand nombre de particules d'argile : c'est donc l'aspect désordonné qui a été pris en compte. L'argile formée de cristallites microscopiques se prête aux méthodes de modélisation mathématique appliquées à ces deux états physiques d'ordre et de désordre, ce qui ne signifie nullement qu'il s'agit d'une entreprise facile ni que les résultats soient aisément transposables de l'échelle microscopique à l'échelle macroscopique.

Il est tout à fait remarquable que les argiles répondent simultanément à deux critères relatifs à des domaines dimensionnels bien distincts. L'ordre existe à l'échelle microscopique, le désordre apparent se manifeste à l'échelle macroscopique. La définition de l'échelle de description est donc fondamentale car il existe une zone frontière, une sorte de fracture dimensionnelle, qui fait que de part et d'autre se manifestent des propriétés différentes pour lesquelles il est souvent très délicat de trouver un lien justificatif. Il faut présenter constamment des applications qui peuvent s'exprimer et s'expliquer dans l'un ou l'autre de ces domaines, parfois à l'aide de propriétés spécifiques aux deux domaines. Cette dualité ordre/désordre conduit à distinguer deux grands types de mécanismes qui orientent les applications thérapeutiques des argiles.

Les états d'ordre et de désordre représentent assez bien la réalité de la nature : entre les deux, l'adaptation de la matière permet de faire face à des

8. L'« amiante » désigne un produit fini industriel et commercial constitué de différents minéraux aciculaires (en forme de fibres très fines). Ces minéraux ont un faciès fibreux et résistent au feu, ils sont souvent nommés asbestes par les minéralogistes.

Le chrysotile (ou amiante blanche)  $[Mg_3 Si_2 O_5 (OH)_4]$  est le minéral le plus fréquemment employé, c'est un phyllosilicate également classé comme serpentine. On utilise aussi l'amosite (ou amiante brune)  $[(Fe, Mg)_7 Si_8 O_{22} (OH)_2]$  et la crocidolite (ou amiante bleue)  $[Na_2 Fe_3 Si_8 O_{22} (OH)_2]$  qui ne sont pas des phyllosilicates, ces minéraux appartiennent à la famille des amphiboles. Rappelons que d'autres minéraux silicatés, également fibreux, tel que l'ériónite qui est un tectosilicate de la famille des zéolites  $(K_2, Na_2, Ca) MgAl_8 Si_{28} O_{72} \cdot 28H_2O$ , sont cancérogènes et on les confond parfois avec l'amiant, plus particulièrement avec le chrysotile.

situations évolutives intermédiaires, souvent réversibles et instables. Les matériaux naturels ont besoin d'éléments stabilisants pour se maintenir dynamiquement dans la durée, mais pour se renouveler ils doivent aussi disposer de systèmes suffisamment souples et adaptables. Les minéraux argileux présentent ces deux qualités. Bien organisés dans leur squelette atomique, ils peuvent résister aux attaques du temps, parfois durant des millions d'années, même des milliards d'années. Toutefois, leur grande affinité pour l'eau et la présence des défauts hérités de leur genèse leur permet de répondre, en s'adaptant rapidement, à des sollicitations qui seraient sans effet sur d'autres composés. De ce fait, la majorité des propriétés des argiles relève de leurs propriétés physico-chimiques particulières, qui favorisent des réactions d'association, par absorption ou adsorption (voir lexique), et d'échange. Leur très fort pouvoir d'absorption leur permet de fixer de nombreuses substances (cations ou molécules) dont certaines sont toxiques, ce qui leur donne un pouvoir thérapeutique, particulièrement dans le domaine gastro-intestinal. La plupart de ces mécanismes ne mettent en jeu que de faibles énergies, avec un état intermédiaire souvent réversible, un peu comme le ferait un catalyseur réutilisable presque à l'infini. Un point fondamental pour comprendre les mécanismes d'action des minéraux argileux est leur constitution ionique et leur association à des ions compensateurs échangeables ou à des molécules mobiles, souvent impliqués dans les principales actions d'échanges requises et utilisées en thérapeutique.

Lorsque les argiles sont mises au contact d'un matériel biologique (éventuellement vivant), ce sont deux mondes et deux modes d'existence complètement différents qui se rencontrent. Il en résulte une grande richesse de propriétés et d'applications. Pour comprendre le fonctionnement des argiles, il faut considérer qu'elles sont toujours prêtes à se modifier et à évoluer pour s'adapter et trouver le meilleur équilibre.

Les organismes ou les êtres vivants sont perceptifs et sensibles, certains sont conscients. Notre propos ne peut pas négliger cet aspect sensoriel et psychosensoriel, si particulier, du contact entre un corps vivant conscient et une argile. Les êtres vivants supérieurs ont en plus la possibilité d'ajuster leur réponse à une perception donnée. La notion de « douce argile » prend ici une dimension bien réelle : *on réagit bien lorsque l'on est bien*. Une sorte de symbiose entre l'argile et l'organisme est réalisée. Associée à l'eau et à une température adaptée, l'argile possède cette propriété complémentaire d'agir aussi sur la perception du bien-être.

Nous connaissons, depuis au moins dix millénaires, de très nombreux usages traditionnels des argiles. Toutes les civilisations qui ont pu avoir accès aux argiles et qui les ont employées en ont été profondément marquées. Depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, nous commençons seulement à mieux connaître les propriétés de ces minéraux aux échelles micro et macroscopiques et, en conséquence à apprendre à les maîtriser. Dans le domaine de leur utilisation thérapeutique, nous pouvons dire que les avancées scientifiques apporteront des

développements utiles par le couplage d'une action chimique ou physicochimique classique associée (ou non) à un effet psychothérapeutique complémentaire et efficace.

À une époque où la science et la technologie produisent de merveilleux et utiles matériaux, l'argile réussit toujours une performance notoire malgré l'ancienneté de ses usages. Toutes les échelles d'applications sont concernées depuis les travaux du génie civil jusqu'aux nanotechnologies. C'est en effet à cette échelle que se situe la clef des applications de santé dont nous traitons dans le présent exposé.

Nous allons limiter notre propos aux faits avérés et en relation avec des propriétés reconnues et quantifiables. Bien évidemment, l'absence de connaissances scientifiques amène certains auteurs à établir des relations de causes à effets qui n'ont aucune signification solide. Pour autant cela ne signifie pas, *a priori*, que leurs observations soient dépourvues de fondements : c'est l'attribution qui en est faite, qui doit être plus précise. Nous avons choisi quatre exemples relevés dans la littérature mais il y en a beaucoup d'autres<sup>9</sup> :

- a) Les propriétés « radioactives » des argiles : les phyllosilicates par eux-mêmes n'ont pas de telles propriétés. Toutefois les argiles, ayant principalement leur origine dans l'altération des roches silicatées, elles sont soumises aux règles du détritisme et, en conséquence, elles peuvent parfois être mélangées à des composés uranifères provenant des mêmes roches et qui possèdent, eux, ces propriétés de radioactivité. Parce que ces composés sont très finement divisés, ils sont difficilement séparables des argiles, en tous les cas pas naturellement. En ce sens, les produits commerciaux peuvent donc être porteurs d'une très faible radioactivité (notons qu'elle est rarement mesurée et indiquée sur les emballages).
- b) Les propriétés « magnétiques » couramment évoquées ne sont le plus souvent pas celles des argiles. Elles résultent en fait de la présence de particules de composés métalliques magnétiques, mélangées à celles-ci.
- c) Les argiles sont souvent citées comme ayant des « propriétés antibiotiques ou antiseptiques ». Elles n'ont pas ces propriétés mais, grâce à leur nature phylliteuse (en feuillet) elles peuvent constituer des barrières étanches en particulier à l'eau et à l'air, il est évident alors qu'elles peuvent préserver l'organisme des contacts avec un milieu pollué et empêcher l'oxygène de parvenir à la surface d'une zone infectée interdisant le développement de certains micro-organismes. Une autre propriété leur permet, par adsorption, de fixer des molécules réellement « antibiotiques », mais qui ne sont qu'associées à l'argile. La confusion dans ces cas résulte toujours de

9. Il convient de noter qu'à l'époque où on parlait pour la première fois de radioactivité de l'argile en thérapeutique, le mot radioactivité n'avait pas encore le sens qu'on lui donne aujourd'hui et qu'il y a eu un glissement sémantique. Il en est de même pour le mot « magnétisme ».



l'ignorance des mécanismes complexes qu'il convient d'analyser cas par cas, sans généraliser.

- d) Les couleurs des argiles sont souvent un argument commercial considéré comme important. Elles ne sont pas systématiquement reliées à des propriétés utilisables et n'en sont jamais la cause exclusive.

Le propos n'est pas de combattre ces formes d'obscurantismes, mais de contribuer à une meilleure interprétation de la réalité afin de mieux utiliser les argiles grâce à la compréhension de leurs mécanismes de formation et donc d'action. Les difficultés proviennent du caractère microscopique des phases minérales mises en cause, sachant que les études scientifiques permettent progressivement une interprétation de plus en plus correcte de leurs propriétés. Dans cette évolution, il ne faut pas négliger la science clinique, trop souvent oubliée de nos jours, mais qui par les effets qu'elle démontre sur le vivant, permet d'orienter la recherche analytique et d'ouvrir des perspectives scientifiques.

En résumé, notre propos n'est pas orienté vers une controverse ciblée sur l'invérifiable, mais vient se placer au niveau d'une connaissance scientifique avérée, bien évidemment susceptible d'évoluer, résolument tournée vers une utilisation élargie de ces minéraux si particuliers. Leur emploi dans les méthodes nouvelles de la biominéralogie est actuellement développé par des laboratoires de recherche.

Unique en son genre, cet ouvrage contient les bases scientifiques certifiées permettant pour la première fois une approche rationnelle des propriétés et de la réactivité des argiles.

Après un résumé de l'histoire de l'emploi des argiles dans le monde gréco-romain et arabe, jusqu'à l'époque médiévale, **Argiles et santé – Propriétés et thérapies** décrit la constitution des argiles et leurs propriétés générales pour les applications de santé.

Des photographies réalisées en microscopie électronique de très haute qualité montrent le niveau important des connaissances scientifiques acquises pour une utilisation raisonnée de ces minéraux. Sont ensuite étudiées plus précisément les propriétés spécifiques aux applications médicales et paramédicales, et les différentes classes de thérapies actuellement appliquées ainsi que les modes d'utilisations courantes.

L'exposé principal est complété par des notions sur l'approvisionnement et le recyclage des produits à base d'argile, sans oublier les précautions nécessaires au stockage et à la commercialisation.

Des annexes donnent des précisions spécifiques : la liste des argiles et leur classification, le rapport des argiles avec les oligoéléments, ainsi qu'une double bibliographie.

Cet ouvrage de synthèse permettra aux acteurs de la santé, aux praticiens des argiles, ainsi qu'aux nombreux lecteurs intéressés à titre personnel, d'accéder à une approche scientifique afin de faire un choix éclairé et critique parmi les nombreuses publications ou interventions publicitaires destinées au grand public.

**Michel Rautureau** (coordonnateur), docteur d'État ès sciences physiques, maître de conférences, université d'Orléans.

**Nicole Liewig**, docteur d'État ès sciences naturelles, chargée de recherche au CNRS.

**Celso Gomes**, Ph. D in Materials Sciences, professeur, université d'Aveiro (Portugal).

**Mehrnaz Katouzian-Safad**, docteur d'État ès sciences biologiques, chargée de recherche au CNRS, chargée de cours, université Paris 7.

978-2-7430-1202-1



9 782743 012021