

# Activités sur la démarche de modélisation en chimie :

Etude de la structure d'un modèle à partir de  
textes de Lemery, Newton et Nicolas Hartsoecker.

Alain Rabier

[alain.rabier@univ-tlse2.fr](mailto:alain.rabier@univ-tlse2.fr)

*On peut sans doute **faire** de la science sans histoire.  
Mais pour **penser** les sciences que l'on fait, l'histoire  
est indispensable.*

*Isabelle Stengers*

*Bernadette Bensaude –Vincent*

*« 100 mots pour commencer à penser les sciences »*

*La deuxième disposition allant dans le même sens consisterait à introduire systématiquement un enseignement de philosophie des sciences dans les IUFM afin notamment d'y étayer la didactique des disciplines scientifiques d'une réflexion épistémologique et historique.*

**Extrait du : Rapport au ministre de L'Éducation nationale,  
de la Recherche et de la Technologie**

**L'enseignement de la philosophie des sciences (septembre 2000)**

Dominique LECOURT  
professeur à l'université  
Denis Diderot - Paris VII.

## Objectifs de cette activité.

*Utiliser de textes historiques à des fins didactiques pour introduire /développer la structure d'un modèle et de démarche de modélisation en chimie en essayant d'éviter un certain nombre de « pièges » :*

- Le jugement rétroactif à l'aune de nos connaissances actuelles*
- Le contresens possible sur le vocabulaire de l'époque que l'on veut traduire en langage actuel*
- Le présupposé de la progression linéaire des connaissances scientifiques*



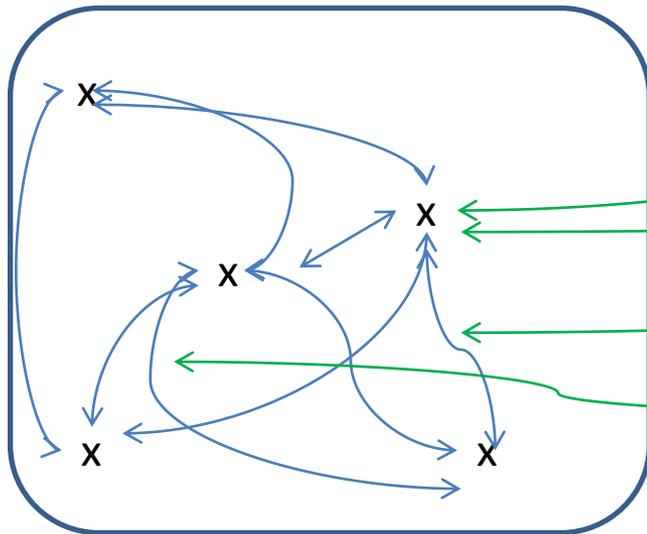
## Quelle définition du modèle ?

*Outil rationnel construit au moyen d'un langage en vue de permettre l'étude d'une réalité empirique locale parfaitement circonscrite à un ensemble de phénomènes déterminé.*

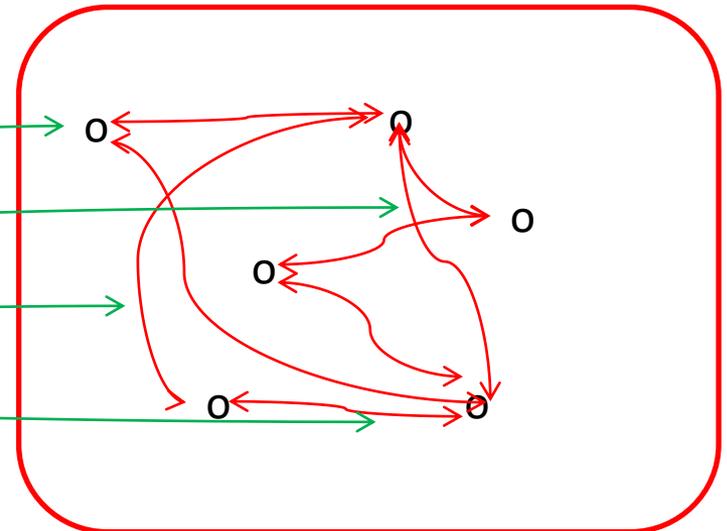
**Robardet, Guillaud (1997)**

# « Grille de lecture » des textes étudiés

champ théorique



champ expérimental



Relation entre champ  
expérimental et champ  
théorique



**X** objet théorique  
Relation entre objets théoriques



**O** objet expérimental  
Relation entre objets expérimentaux



## « Grille de lecture » des textes étudiés

- **Objets expérimentaux** : protocoles, réactifs utilisés, caractéristiques des produits formés, observations de toutes sortes...
- **Relations entre objets expérimentaux** : internes au champ expérimental qui viennent de l'analyse faite de l'expérience (tel acide agit sur tel métal...).
- **Objets théoriques** : pures construction de l'esprit et ne relèvent pas d'une réalité observable (particules pointues de Lemery).
- **Relations entre objets théoriques**
- **Relations entre le champ expérimental et le champ théorique** : elles permettent au modèle de fonctionner car il devient opératoire c'est-à-dire permettant d'interpréter mais aussi de prédire.

# Thématique et textes retenus

L'évolution historique des concepts d'acide et de base : les premières modélisations

- Nicolas Lemery (1645-1715)

*Cours de chymie* 1675 (plus de 20 éditions celle de 1757 bnf)

- Isaac Newton (1642-1727)

*Optiks* 1704 question XXXI

- Nicolas Hartsoecker (1656-1725)

*Conjectures physiques* septième discours 1706

## Première séance

Les notions d'acides et de bases sont étudiées depuis le collège et le modèle de Brønsted-Lowry est connu

- Une présentation rapide de l'évolution historique de ces concepts est faite aux étudiants afin de contextualiser les travaux des scientifiques dont ils vont étudier les textes
- La grille d'analyse de la structure d'un modèle est présentée et explicitée à partir d'un exemple

# Deuxième séance

## **A- Étude de la structure des modèles de Lemery et de Newton**

Dans chacun des deux textes, vous relèverez :

- les objets expérimentaux
- les relations entre les objets expérimentaux
- les objets théoriques
- les relations entre les objets théoriques
- les relations entre le champ expérimental et le champ théorique

# Deuxième séance

## **B- Comparaison entre le modèle de Lemery et celui de Newton**

Comparer les deux modèles au niveau des hypothèses prises en compte et des limites de validité.

# LES TEXTES

## II. Texte de I. NEWTON<sup>1</sup>

1. Toutes ces choses dûment considérées, il me semble très probable qu'au commencement Dieu forma la matière en particules solides, massives, dures, impénétrables, de telles grandeurs et figures, avec telles autres propriétés, en tel nombre, en telle quantité, & en telle proportion à l'Espace, qui convenaient le mieux à la fin<sup>2</sup> pour laquelle il les formait : & que par cela même que ces Particules primitives sont solides, elles sont incomparablement plus dures qu'aucun des Corps poreux<sup>3</sup> qui en sont composés ; & si dures qu'elles ne s'usent ni ne se rompent jamais, rien n'étant capable, selon le cours ordinaire de la Nature, de diviser en plusieurs parties ce qui a été fait originairement un, par la disposition de Dieu lui-même.

2. Tandis que ces particules continuent dans leur entier<sup>4</sup>, elles peuvent constituer dans tous les siècles des Corps d'une même nature & contexture : mais si elles venaient à s'user ou à être mises en pièces, la nature des choses qui dépendent de ces Particules, telles qu'elles ont été faites d'abord, changeraient infailliblement. L'Eau & la terre, composées de vieilles particules usées & de fragments de ces particules, ne seraient pas à présent de la même nature & contexture que l'Eau & la terre qui auraient été composées au commencement entières.

3. Par conséquent, afin que la Nature soit durable, l'altération des êtres Corporels ne doit consister qu'en différentes séparations, nouveaux

# LES TEXTES

## *Notes*

1. Nous donnons des extraits d'I. Newton qui se trouvent :
  - soit dans *Traité d'optique sur les réflexions, réfractions, inflexions et couleurs de la lumière* par M. Le Chevalier de Newton. Traduit de l'anglais par M. Pierre Coste, reproduction fac similé Paris Gauthier-Villars (1955), indiqué T.O 1722 avec le n° de page ;
  - soit dans *Lexicon Technicum or an Universal English Dictionary of arts and Sciences*, vol. II by John Harris, D.D. London 1710. Introduction : « Somme thoughts about the Nature of Acids » by Isaac Newton, indiqué L.T 1710.
2. *Fin* : la Nature voulue par Dieu obéit à un principe de finalité ; Newton a une conception finaliste des sciences de la nature.
3. *Corps poreux* : la matière, à notre échelle, paraît pleine, or, elle est composée de parties dures, de densité homogène (les atomes) et de vide ; toute matière est toujours plus ou moins poreuse, c'est pour cela que les corps ont des densités différentes.
4. *Dans leur entier* : les particules (ou atomes) sont totalement insécables et inaltérables ; la permanence des choses est expliquée par la permanence des atomes, alors que les changements et transformations de toutes sortes sont réduits à des agencements différents de ces particules indestructibles.
5. Newton est résolument atomiste. Les propriétés essentielles qu'il attribue aux particules de matière sont identiques à celles assignées par les atomistes anciens (Démocrite, Épicure, Lucrèce). Il complète par une propriété intrin-

## Analyse des modèles : **les objets expérimentaux**

- **Lemery** : vinaigre, eaux-fortes, eau régale, les alcalis (plus particulièrement les métaux),...
- **Newton** : l'eau, l'huile de vitriol, l'esprit de vitriol, le sel de tartre, la limaille de fer,...

## Analyse des modèles : **les relations entre les objets expérimentaux**

- **Lemery** : [...] *un acide pénètre et dissout bien un mixte qu'un autre ne peut pas raréfier : ainsi le vinaigre s'empreint du plomb que les eaux-fortes ne peuvent dissoudre ; l'eau forte dissout le mercure , et le vinaigre ne peut le pénétrer...*
- **Newton** : [...] *l'Esprit de Vitriol versé sur de la limaille de fer, la dissout avec ébullition & avec une grande chaleur...*

## Analyse des modèles : **les objets théoriques**

- **Lemery** : *[...] des particules de sel pointues lesquelles sont en agitation...*

*[...] pointes plus ou moins aiguës des différentes sortes d'acides...*

*[...] l'alcali est une matière composée de parties roides et cassantes, dont les pores sont figurés...*

## Analyse des modèles : **les objets théoriques**

- **Newton** : [...] *Dieu forma la matière en particules solides, massives, dures, impénétrables...*

*[...] ces particules primitives sont solides, elles sont incomparablement plus dures qu'aucun des corps poreux qui en sont composés...*

*[...] elles ne s'usent ni ne se rompent jamais, rien n'étant capable, selon le cours de ordinaire de la Nature, de diviser en plusieurs parties ce qui a été fait originiairement un ...*

## Analyse des modèles : **les relations entre les objets théoriques**

- **Lemery** : [...] *c'est aussi cette différence en subtilité de pointes qui fait qu'un acide pénètre et dissout bien un mixte*

*[...] les pointes acides y étant entrées [dans les pores], elles brisent et écartent tout ce qui s'oppose à leur mouvement...*

## Analyse des modèles : **les relations entre les objets théoriques**

- **Newton** : [...] *les particules s'attirent mutuellement par une force qui dans le contact immédiat est extrêmement puissante...*

*[...] [la force] les fait se précipiter sur les particules des corps...*

*[...] elles [les particules des acides] circulent à travers les particules des corps, si elles sont de nature métallique ou pierreuse & adhèrent à elles très étroitement et de tout côté...*

## Analyse des modèles : **les relations entre le champ expérimental et le champ théorique**

- **Lemery** : *[...] il fait des picotements sur la langue semblables, ou fort approchant, à ceux qu'on recevrait de quelque matière taillée en pointes très fines ...*

*[...] les acides trouvant plus ou moins de résistance, ils font une plus forte ou une plus faible effervescence ...*

*[...] non seulement tous les sels se cristallisent en pointes ... ces cristaux sont composés de pointes différentes en longueur et en grosseur les unes des autres, et il faut attribuer cette diversité aux pointes plus ou moins aiguës des différentes sortes d'acides ...*

*[...] l'acide rompt ses pointes, en sorte, principalement, dans les alcalis bien compactes, que quand on veut le retirer, il a perdu presque toute son acidité ...*

## Analyse des modèles : **les relations entre le champ expérimental et le champ théorique**

- **Newton** : *[...] par leur force attractive aussi qui les fait se précipiter sur les particules des corps, elles remuent le fluide et excitent la chaleur...*

*[...] elles secouent si fortement quelques particules qu'elles envoient dans l'air et génèrent des bulles : c'est la raison des dissolutions et des fermentations violentes ...*

*[...] quand les particules acides sont appliquées sur la langue ou sur quelque partie du corps sensible, elle quittent la terre subtile avec laquelle elle étaient avant, elles se précipitent et dissocient ses parties et causent une sensation douloureuse...*

## Analyse des modèles : **les relations entre le champ expérimental et le champ théorique**

- **Newton** : [...] *Et lorsque l'Eau Forte, ou l'Esprit de Vitriol versé sur de la limaille de fer, la dissout avec ébullition & avec une grande chaleur : n'est ce pas un mouvement violent des parties de l'Eau Forte, ou de l'Esprit de Vitriol qui produit cette chaleur et cette ébullition ? Ce mouvement ne prouve-t-il pas que les parties acides de la Liqueur se jettent avec violence sur les parties du Métal, & entrent par force dans ses pores jusqu'à ce qu'elles aient pénétré entre les particules extérieures du Métal & le reste de la masse dont il est composé ...*

## Le modèle de Nicolas Hartsoeker (1709)

Nicolas Hartsoeker sait que certains sels neutres composés à partir d'acide peuvent se décomposer et restituer un acide.

→ **modification de l'imagerie**

*« Les pointes de l'acide ne s'usent plus ou ne se cassent plus, elles rentrent dans l'alcali comme des épées dans des fourreaux, dont elles aussi peuvent ressortir. La composition masque donc l'acidité mais ne la détruit pas »*

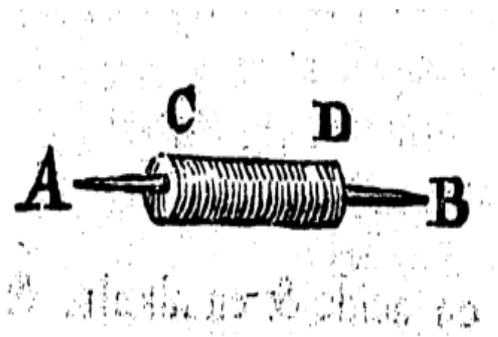
I. Stengers & B. Bensaude-Vincent, *Histoire de la chimie*

# Extraits de : « *Conjectures physiques* » de Nicolas Hartsoecker (1709)

*Art.III.*

*Ce que c'est que le sel alkali*

Le sel alkali, tant fixe que volatil, n'est peut être autre chose que des cylindres



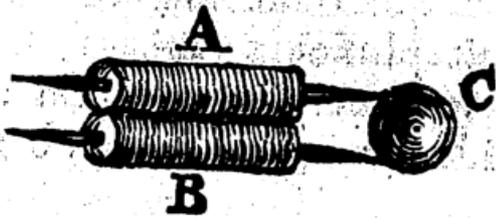
ou autres corps semblables avec une cavité qui va d'un bout à l'autre, et ou les sels acides se peuvent loger en sorte que leurs pointes paraissent hors de ces corps de part et d'autre à peu près comme cela se peut voir dans cette figure

# Extraits de : « *Conjectures physiques* » de Nicolas Hartsoeker (1709)

## Art.XIV.

### *Pourquoi l'eau dissout le sel jusqu'à une certaine quantité*

Pour faire comprendre à V. A. S.[4] comment l'eau peut dissoudre le sel jusqu'à une certaine quantité ; soient A et B deux parcelles de sel et C une boule d'eau.



Comme ces parcelles sont très peu liées ensemble à cause de leur figure, la boule C ne saurait se fourrer avec tant soit peu de mouvement entre les deux parcelles A et B, qu'elle ne les détache les unes des autres.

Ainsi ce n'est pas l'air qui dissout le sel qui y est exposé ; mais c'est l'humidité qui est dans l'air :

Et l'eau ne saurait dissoudre qu'une certaine quantité de sel parce que aussitôt que toutes les boules dont elle est composée, sont employées, et qu'elles entourent autant de parcelles de sel qu'elles peuvent, il n'en reste plus pour en dissoudre une plus grande quantité.

# Les différents contextes d'enseignement

Cet enseignement a été mis en œuvre dans plusieurs contextes :

- Formation initiale des professeurs stagiaires (IUFM) et des étudiants M1 MEEF PC (ESPE)
- Formation continue des enseignants de PC en collège ou lycée
- L1 portail sciences UT3
- L2 Chimie UT3
- L3 sciences physiques UJFC Albi

En fonction des publics ciblés, il a été dispensé avec quelques variantes liées à la nature du public auquel il s'adressait et du temps disponible.

# Bibliographie

***La démarche de modélisation en chimie: découvrir la méthodologie scientifique au travers des textes historiques***

*Gérard Laporte et Myriam Scheidecker-Chevallier – Ellipses-1999*

***Évolution historique  
des concepts d'acide et de base***

*Latifa Ouertatani et Alain Dumon*

*L'actualité chimique mars 2007 n°306*

***Nicolas Lémery et l'acidité***

*Olivier Lafont*

*Revue d'histoire de la pharmacie, 90e année, N. 333, 2002.*

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/pharm\\_0035-2349\\_2002\\_num\\_90\\_333\\_5323](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/pharm_0035-2349_2002_num_90_333_5323)

**« Conjectures physiques »**

*de Nicolas Hartsoeker (1709)*

***Optique de Newton, traduction nouvelle faite par M\*\*\* [Marat] sur la dernière édition originale... dédiée au roi par M. Beauzée,***

*Newton, Isaac 1787.*

***Eléments de didactique des sciences physiques***

*Guy Robardet et Jean Claude Guillaud - PUF -1997*

