

La Chimie : Belles réussites – Mauvaise réputation

- Ce paradoxe caractérise la Chimie – son image.
- Pour comprendre, se pencher sur
Qqs **temps forts de son histoire**
Qqs **points forts des résultats scientifiques.**
- Un invariant :
Transformer ou créer la matière, c'est sacrilège !

Les temps historiques de la Chimie

- Les pratiques sont multiples et fécondes
- Les théories s'en mêlent et patinent

Cf. Bensaude-Vincent et Stengers

L'Ecole d'Athènes (1512 – par Raphaël)



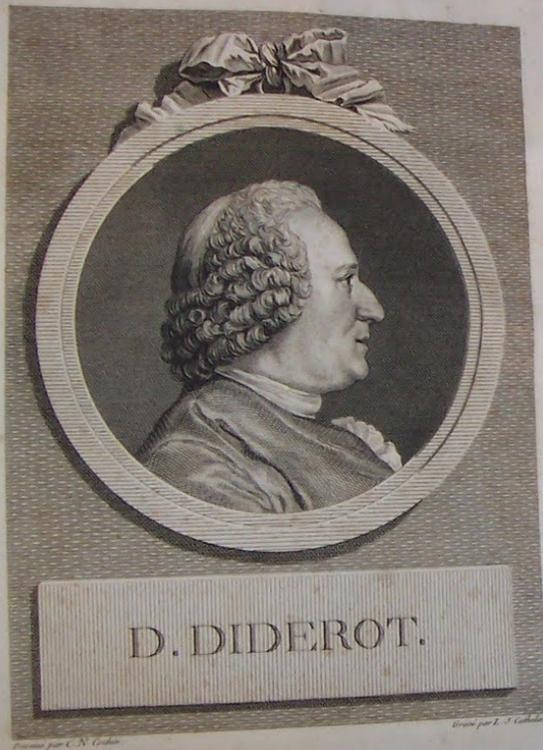
Irruptions scientifiques dans l'Antiquité

- **Aristote et ses principes** : l'eau (froide et humide, la terre (froide et sèche), l'air (chaud et humide), le feu (chaud et sec).
- **Les éléments** : existence « actuelle ? » ou « en puissance ? ». Théorie de la mixtion aristotélicienne.
- **Les atomes** de Lucrèce, de Démocrite.
- **Les pratiques se développent ; naissance de l'alchimie** (pour 1500 ans !)

Les alchimistes – de l'Antiquité au XVIIIe siècle

- **Questionnement expérimental.** Foisonnement de techniques de laboratoire (distillations, fractionnements...)
- **Questionnement théorique.** Du Grand Oeuvre, à la Pierre philosophale et à la cosmogonie.
Mystère et religion.
- **La colère de Paracelse (1520)**
Réhabilitez la pratique !
Qu'ils se mobilisent pour la médecine !
- * **Noter l'imbroglia du vocabulaire**





ENCYCLOPÉDIE,
OU
DICTIONNAIRE RAISONNÉ
DES SCIENCES,
DES ARTS ET DES MÉTIERS,
PAR UNE SOCIÉTÉ DE GENS DE LETTRES.

Mis en ordre & publié par M. *DIDEROT*; & quant à la PARTIE
MATHÉMATIQUE, par M. *D'ALEMBERT*.

*Tantum series juncturaque pollet,
Tantum de medio sumptis accedit honoris! HORAT.*

NOUVELLE ÉDITION.

—
TOME SECOND.
—



A GENEVE,
Chez PELLET, Imprimeur-Libraire, rue des Belles Filles.

—
M. DCC. LXXVII.
—

L'ENCYCLOPEDIE de Diderot et D'Alembert

- 1747 : Retrouver **les merveilles de l'alchimie!**
- 1753 : La chimie est la **science générale des petits corps** ! Distinctions avec la physique.
- Affirme **la chimie en tant que science**

- Distingue **chimie pure et chimie appliquée.**
(Exalte le « coup d'œil de l'ouvrier »)

Florilège des concepts : le grand désordre !

- Éléments, principes, atomes ; la mixtion, la combinaison chimique.
- L'atomisme mécaniste (Boyle XVIe); les corpuscules ; les agrégats; les affinités, le phlogistique (Stahl XVIIe)
- **Les éléments** sont « les ingrédients à partir desquels tous les corps sont composés et en lesquels ils peuvent être résolus ! »
- **Les corpuscules** disparaissent par une transformation chimique mais peuvent être régénérés (attention à l'eucharistie ! - Querelles avec l'Église au XVIIe).

La Chimie des temps modernes – De la fin du XVIIIe siècle à nos jours.

- La « théorie » devient **science**
- La pratique (les arts chimiques) devient **industrie**
Nicolas Leblanc (1742-1806) et les soudières
Philippe Lebon (1767-1804) et le gaz d'éclairage

LAVOISIER (1743 – 1794)met de l'ordre....et affirme la chimie comme science « moderne »

- Crée la **nomenclature** moderne
- « **Le fait** » - **seule source du raisonnement.**
- Renonce : à exposer la « chimie des affinités ; à la question des éléments constituants de la matière ; à présenter l'histoire de la chimie.
- Etablit « **l'expérimentation critique** »
- Fait de la « comm' » - séance du 24/06/1783 en présence du roi pour la synthèse expérimentale de l'eau.

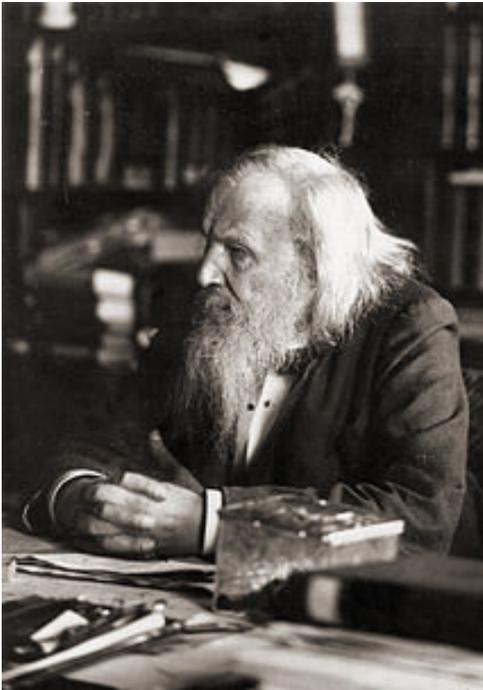
Le XIXe, le siècle des « disputes »

- Lois des proportions (**Proust, Dalton**)
- Loi d'**Avogadro**, de **Gay-Lussac** (tout volume de gaz contient le même nombre d'atomes quel que soit le gaz)
- **Dumas** « J'effacerai le mot « atome » de la science, persuadé qu'il va plus loin que l'expérience.
- Le concept de molécule passe mal (puzzle des molécules diatomiques). La « convention d'écriture » (**Berzélius** 1818)
- Autre noms : **Volta, Liebig, Laurent, Wöhler, Kékulé..... Mendeleiev, Duhem** (la thermodynamique)..... **Gerhardt** (les groupes fonctionnels)etc

MENDELEIEV (1834 – 1907) et Tableau (1869)

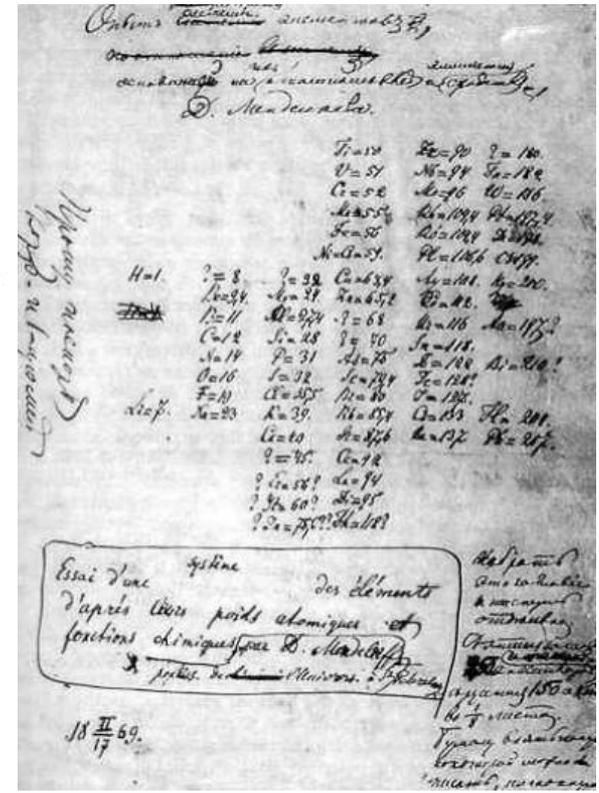
« On a utilisé les mots équivalents, atomes, molécules les uns pour les autres, jusqu'à Gerhardt.

Aujourd'hui on confond corps simple (qui renvoie à molécule) et élément (qui renvoie à atome). »



ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

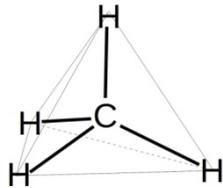
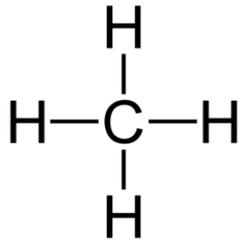
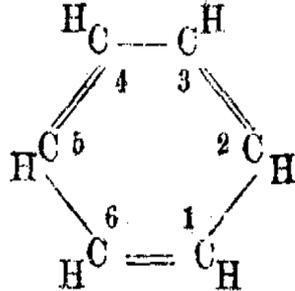
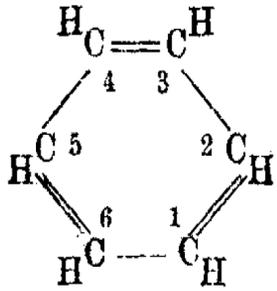
	Ti=50	Zr=90	?=180.
	V=51	Nb=94	Ta=182.
	Cr=52	Mo=96	W=186.
	Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,1
	Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.
	Ni=Co=59	Pd=106,5	O=199.
H=1	Cu=63,4	Ag=108	Hg=200.
Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112
B=11	Al=27,1	?=68	U=116
C=12	Si=28	?=70	Sn=118
N=14	P=31	As=75	Sb=122
O=16	S=32	Se=79,4	Te=128?
F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4
		Cs=133	Tl=204.
		Ba=137	Pb=207.
		Ca=40	Sr=87,5
		?=45	Ce=92
		?Er=56	La=94
		?Yt=60	Di=95
		?In=75,5	Th=118?



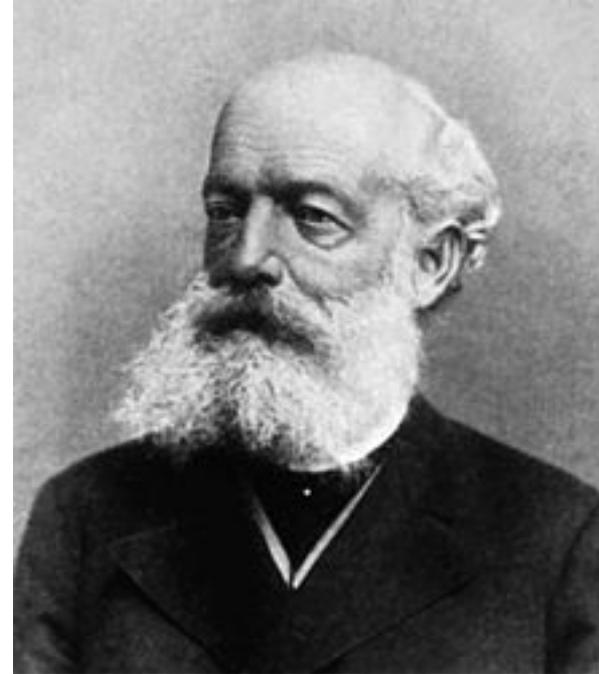
Д. Менделѣевъ

Un travail considérable des contemporains
54 corps simples en 1834
70 en 1869

KEKULE : « Un signal de l'Au-delà » : La structure hexagonale du benzène (1869)



Tétravalence et
carbone
tétraédrique
(Vant'Hoff, Le
Bel // 1887)



C'est tout le principe de la **chimie de synthèse** - ruser avec la nature pour placer les groupes substituants - qui naît de ces deux notions : **aromaticité et carbone tétraédrique**.

Toute notre société « de consommateurs » vient de là !

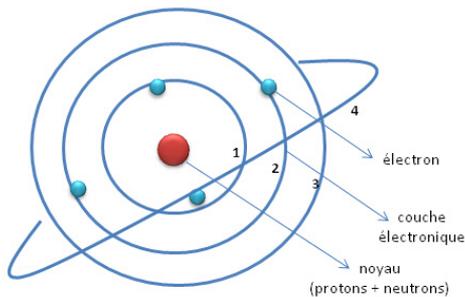
L'INDUSTRIE CHIMIQUE : de naine (XVIIIe) à géante (XXe siècle)

- **La soude** (verreries, savonneries, teintures) remplace l'importation de plantes exotiques. **Leblanc** (génial (1791) malheureux (1806)). Des « soudières Leblanc » partout jusqu'au XX^e siècle.
- **Le gaz d'éclairage et de chauffage** - **Lebon**. Brevet 1799 exploité par les anglais. Prolifération des « Compagnies d'éclairage et de chauffage ».
- Naissance de **l'industrie SOLVAY** par nouveau procédé soude (brevet en 1861 - usine à Dombasle en 1872).
- **Intégration progressive d'une collaboration recherche/industrie.** La chimie fine, la chimie macromoléculaire, les matériaux fonctionnels....n'existeraient pas sans cette synergie.

- **L'azote, la chimie agricole et ...les explosifs.**
Nitroglycérine (Nobel) en 1867. L'azote de l'air extrait grâce à l'électricité début XXe siècle. Ammoniac – procédé Haber en 1913 (BASF).
- **Les colorants.** Importance de (Kékulé). Compétitions entre Angleterre, France et Allemagne. En 1900 celle-ci a gagné et gagne **toute la chimie fine** (bientôt les médicaments) !
- **Le caoutchouc...puis les plastiques.** Voyage de La Condamine au XVIII^e siècle. XIX^e **celluloïd, bakélite**, puis le XX^e, siècle des plastiques **le nylon 1944** (Wallace Carothers). Et **toute la civilisation « consumériste »**.
- Aujourd'hui : **l'innovation ouverte.**

XXe siècle : Et la physique inventa l'atome....

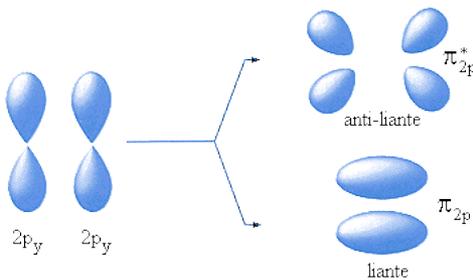
- N. Bohr (1885-1962)



- E. Schrödinger (1887-1961)

orbitales atomiques

orbitales moléculaires



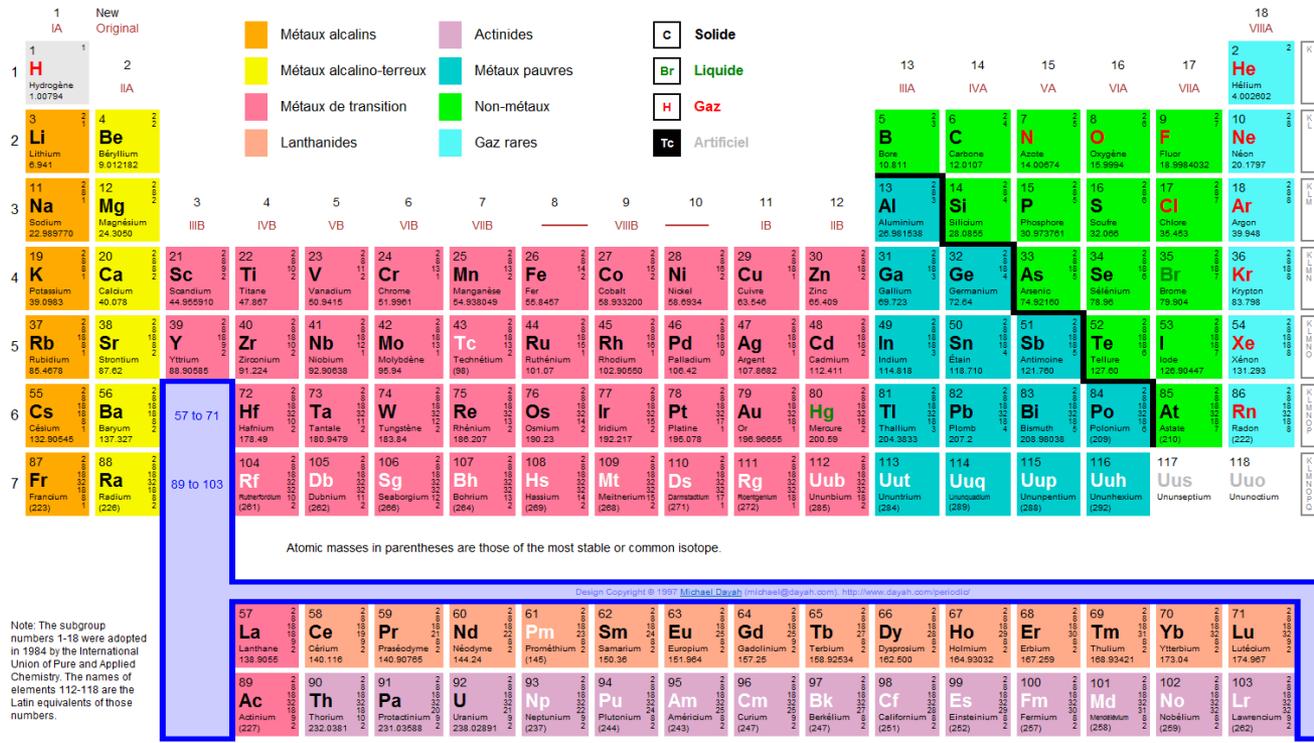
- La réalité de l'atome était **encore contestée au début du XXe siècle** (Berthelot).

- Mais les chimistes se calment....**Plus de disputes « scolastiques »**.

- ARRIVEE DE LA CHIMIE THEORIQUE (voir conf. de B. Lévy)

Nouvelle lecture du « tableau fondateur »

Tableau Périodique des Éléments



Les instruments de la physique révolutionnent la chimie

Mis au point par la chimie et la biologie....

Ils permettent de tout voir..... les molécules, les atomes, les solides, les surfaces.

A partir des années 70...autre révolution ... l'informatique pour les performances des appareils, pour l'acquisition et le traitement des données.



LES INSTRUMENTS PERMETTENT DE TOUT VOIR

- **La diffraction** (rayons X, électrons, neutrons) : cristallographie – rayonnement synchrotron –
- **Les spectroscopies** : visible, uv, ir... résonances magnétiques (nucléaire, électronique)
- **L'imagerie** microscopie optique, électronique, à effet tunnel, IRM
- **Les techniques de diffusion** (lumière, rayons X)
- **La chimie analytique** : la spectrométrie de masse, chromatographie.....les couplages de techniques....
- Etc....

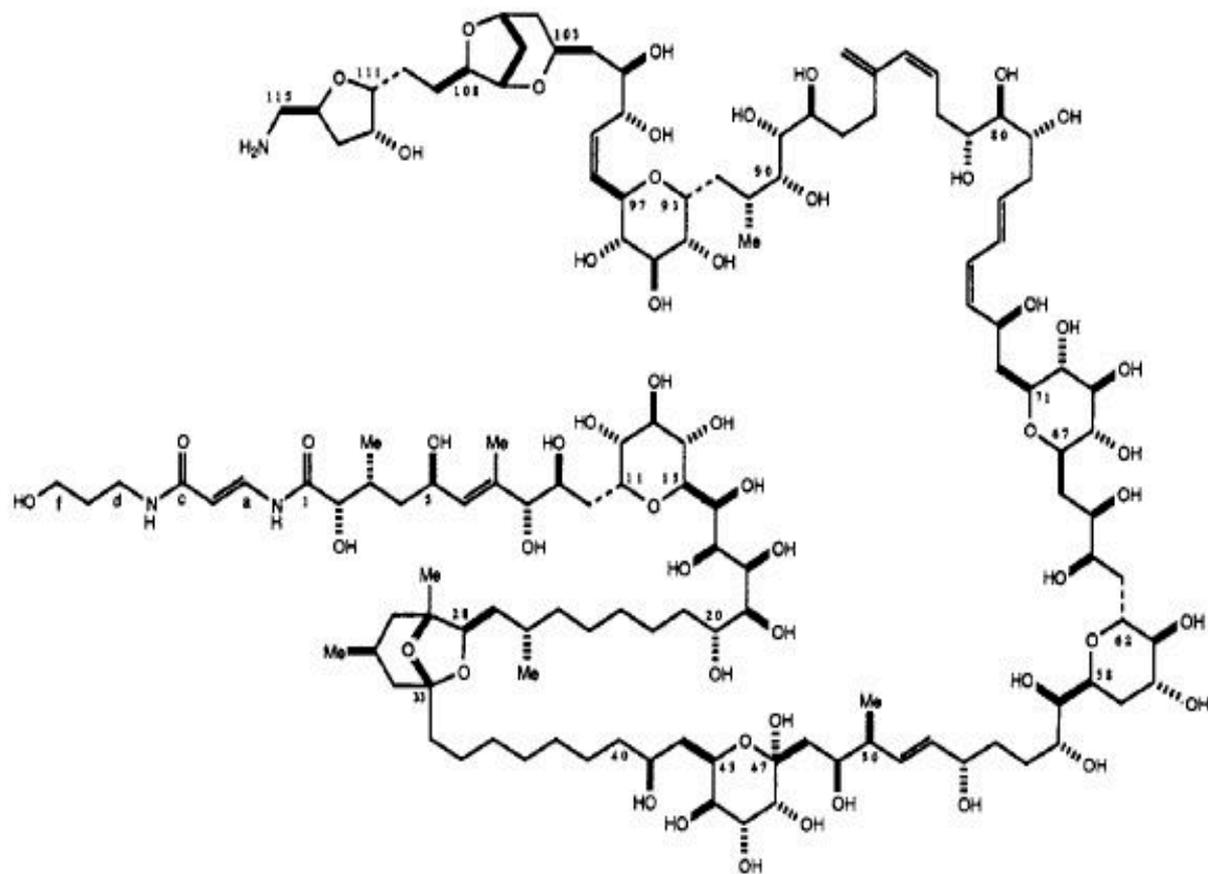
LA CHIMIE EN MARCHÉ (une sélection)

- **Synthèse organique.** Des substances naturelles au drug-design (médicaments ciblés)
- **Matériaux :** Les polymères ; La chimie du solide
- **La chimie supra-moléculaire :** vers la matière complexe

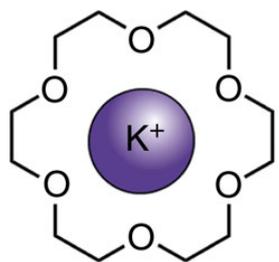
SYNTHESE ORGANIQUE

Contrôler les
intermédiaires de
réactions !

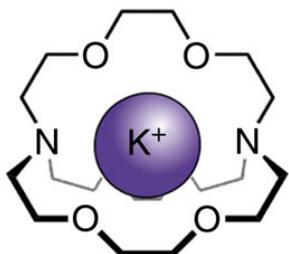
La palytoxine.
La substance
naturelle la plus
compliquée jamais
synthétisée.....
(1994) !



Jouer sur la topologie des molécules (JM Lehn et coll)



[K⁺⊂18-crown-6]
Pedersen, 1967



[K⁺⊂2.2.2]
Lehn and
colleagues, 1969

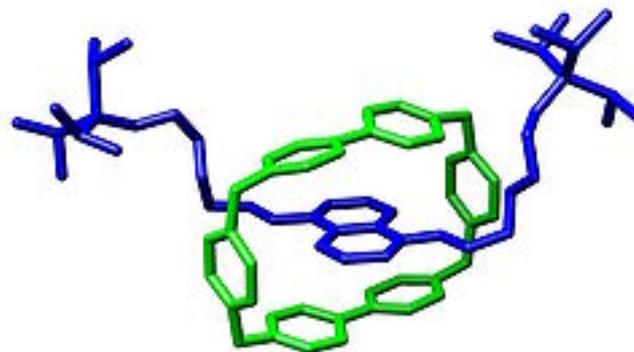
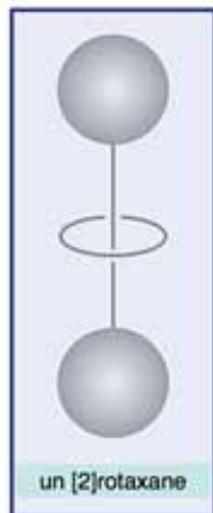


[Na⁺⊂o-Me₂-1.1.1]
This work

- One-pot synthesis
- Constitutionally dynamic
- Controlled guest release

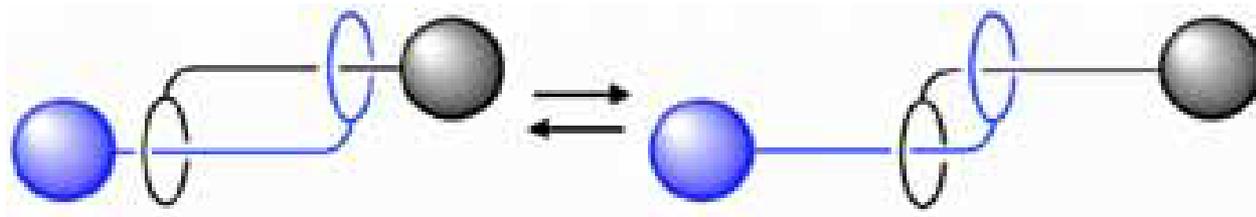
**Éthers-couronnes,
cryptates,**

concept **clef-serrure** à la base de la **chimie supramoléculaire** (voir plus loin)



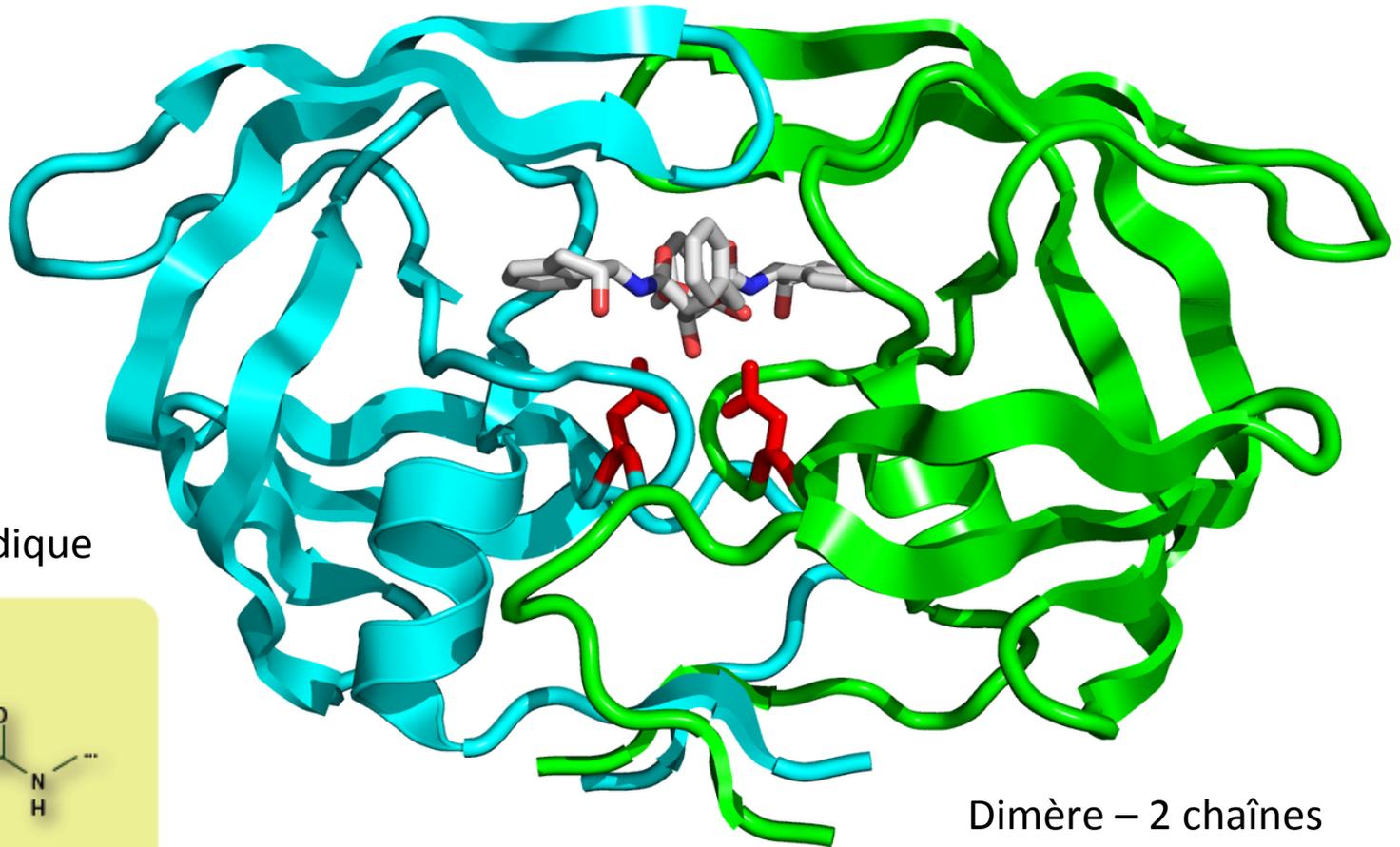
La chimie de
Jean-Pierre Sauvage
Prix Nobel 2016

Rotaxanes, moteurs
moléculaires et muscles

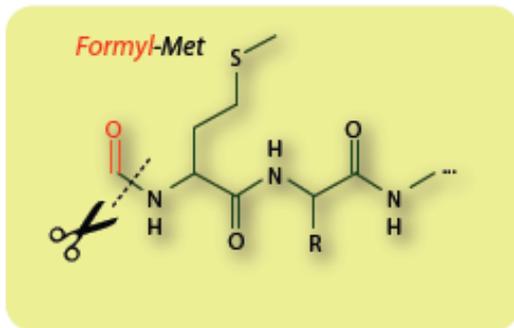


Protéase du HIV. Illustration du drug-design

Avec
Centre actif et
Inhibiteur



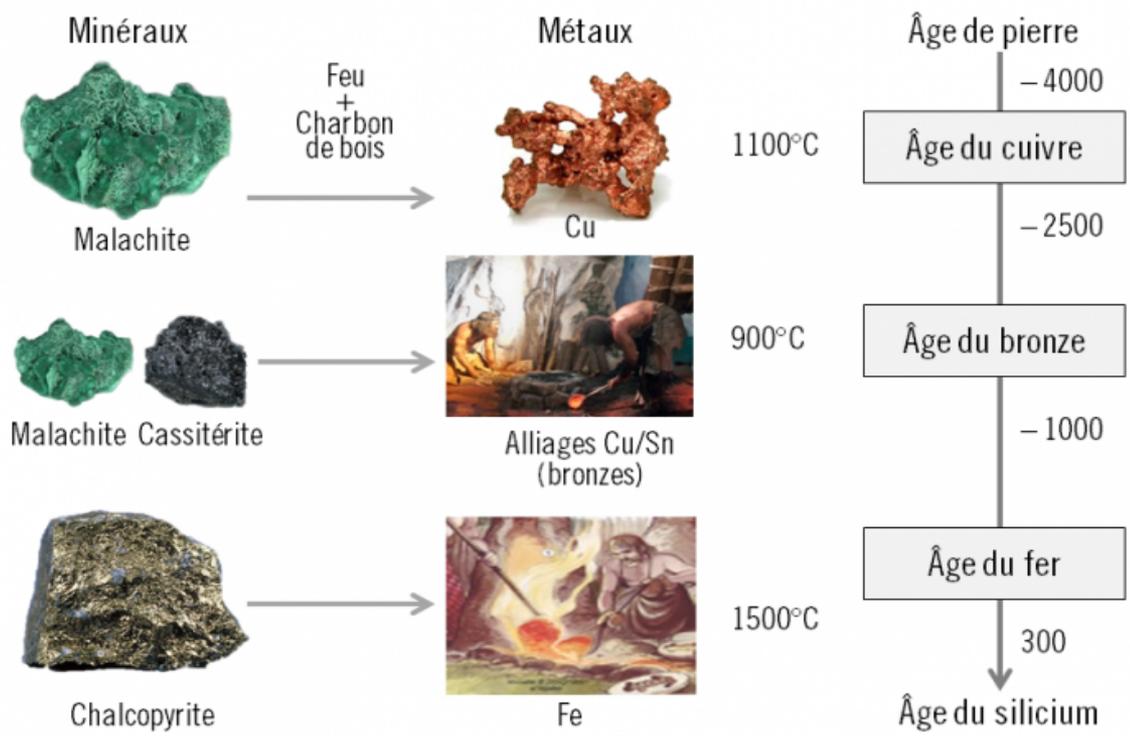
La liaison peptidique



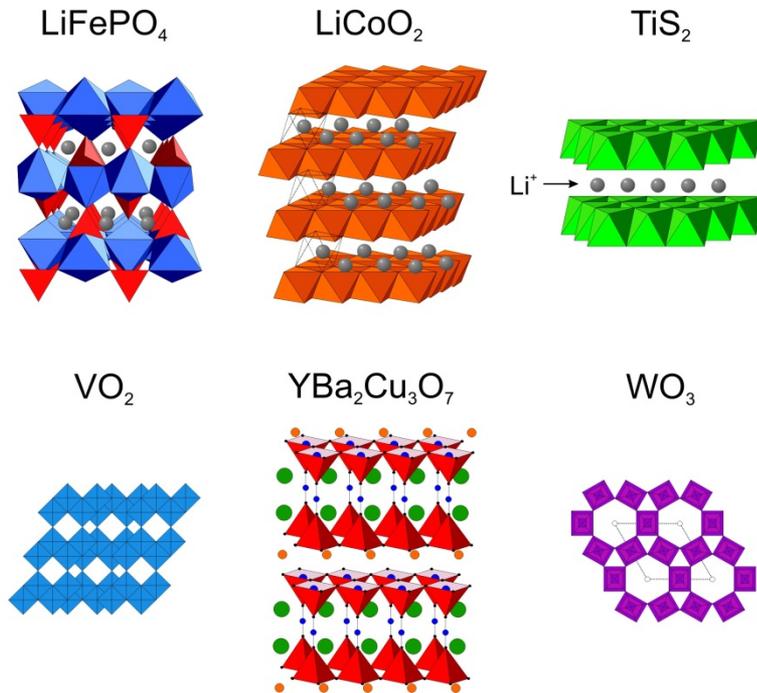
Dimère – 2 chaînes
de 99 acides aminés

Les matériaux : La chimie du solide

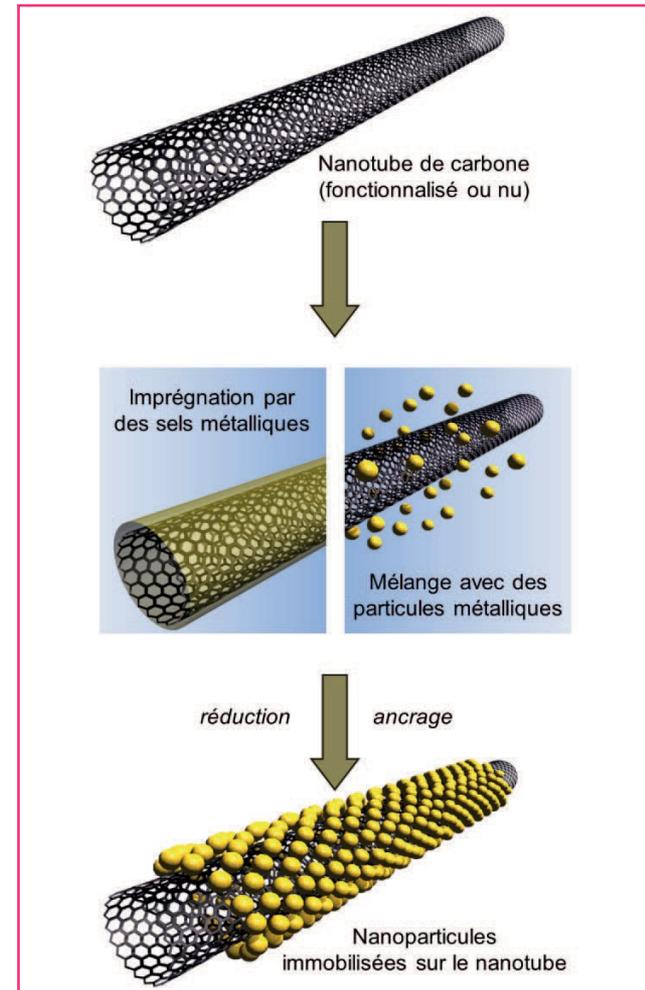
- La tentation esthétique (solides naturels ou artificiels)
- La technologie
 - L'exemple des batteries pour voitures de l'après pétrole



Des structures étranges Naturelles ou synthétiques

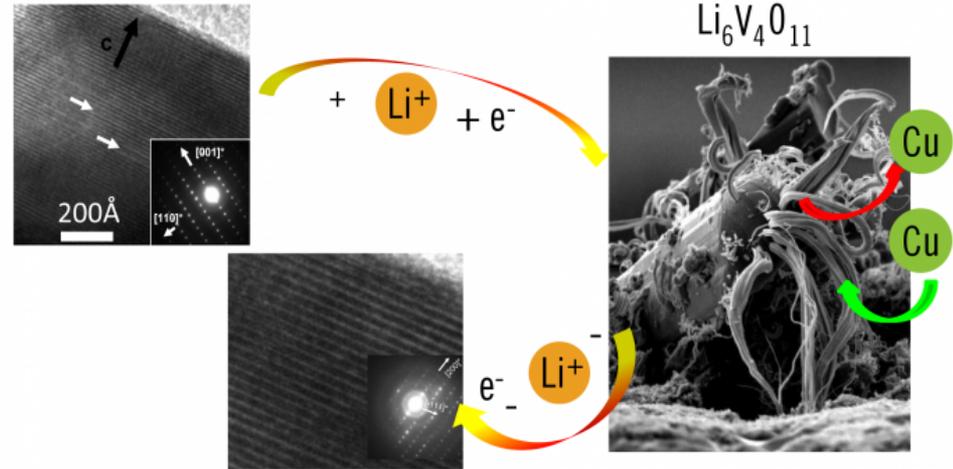
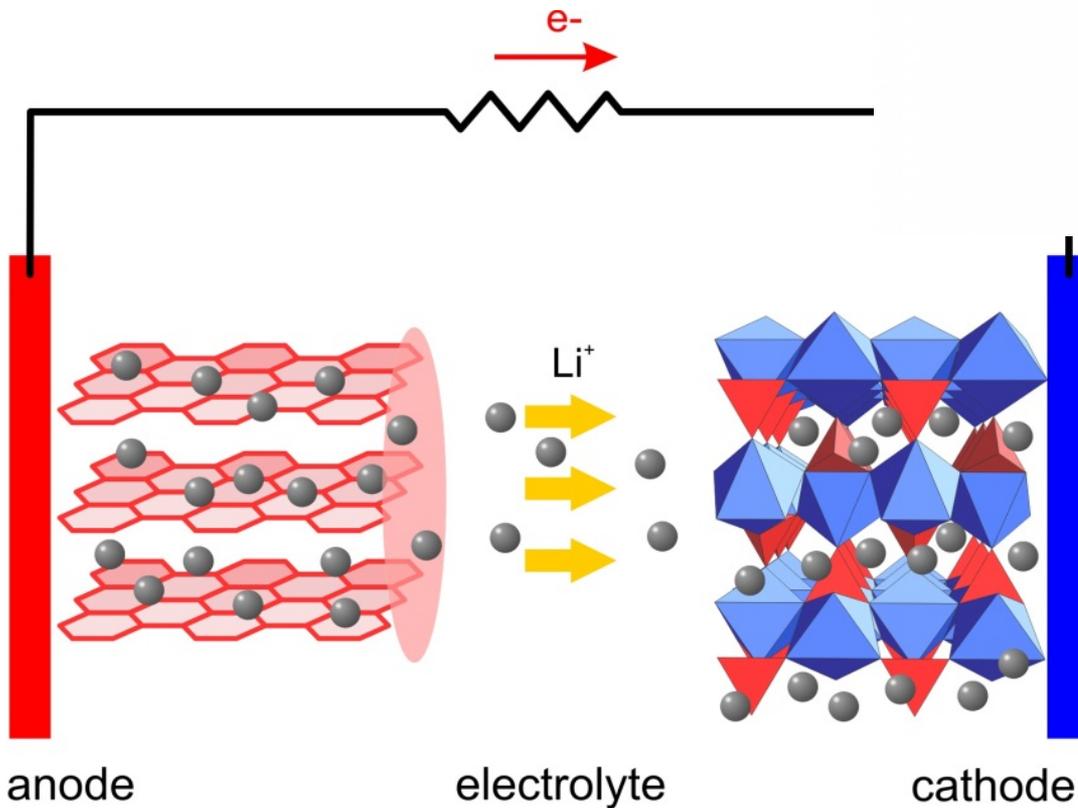


Cathode material for Li-ion Batteries systems



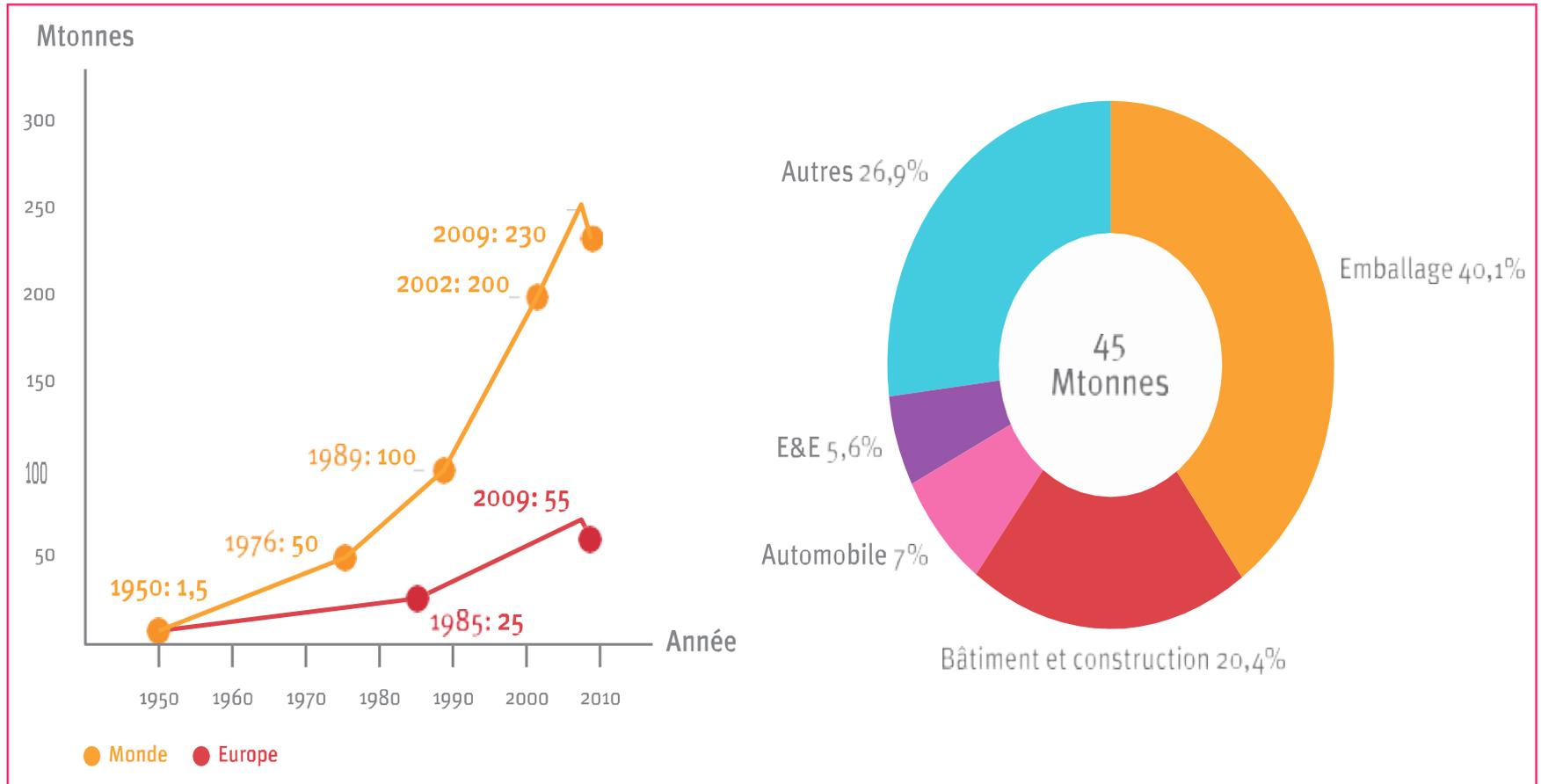
Batterie Li-ion

FeBO_3Li

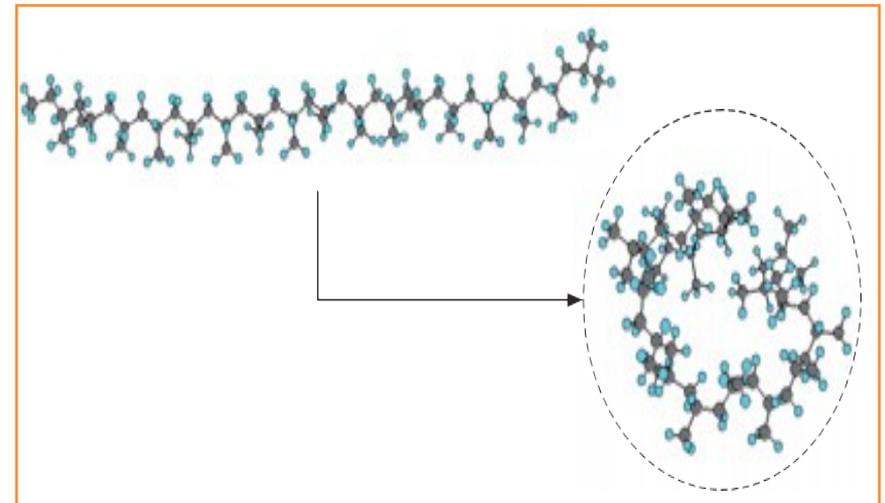
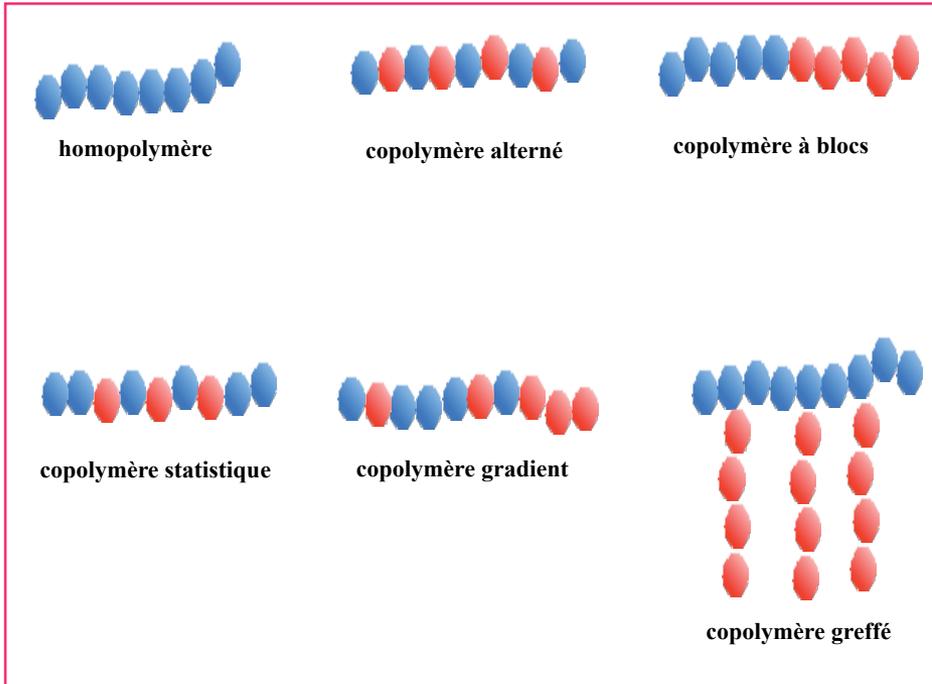
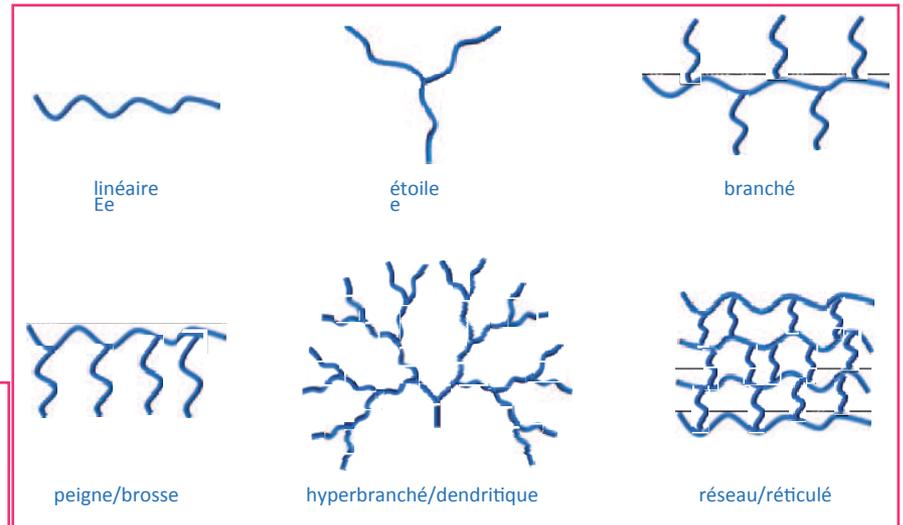
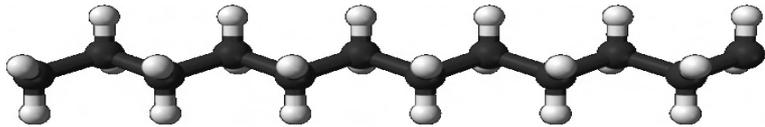


Suivi du
vieillessement des
Électrodes

Les matériaux : les polymères



Des structures et des propriétés « à la demande »



Chimie supramoléculaire – Matière complexe

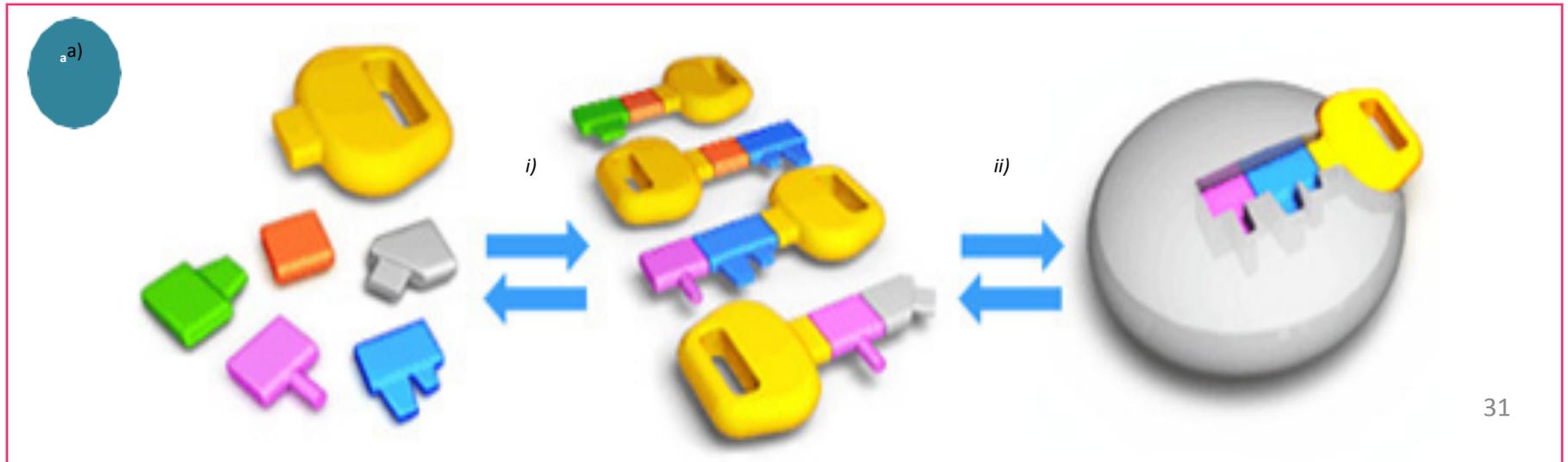
Le concept : clef – serrure

Les forces faibles – assemblages réversibles

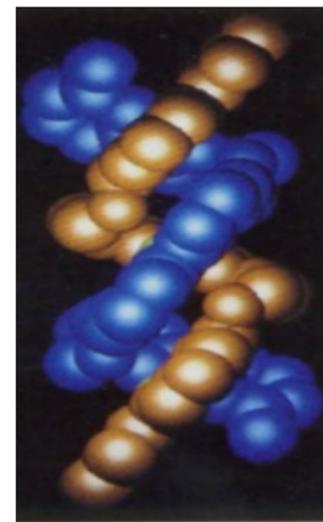
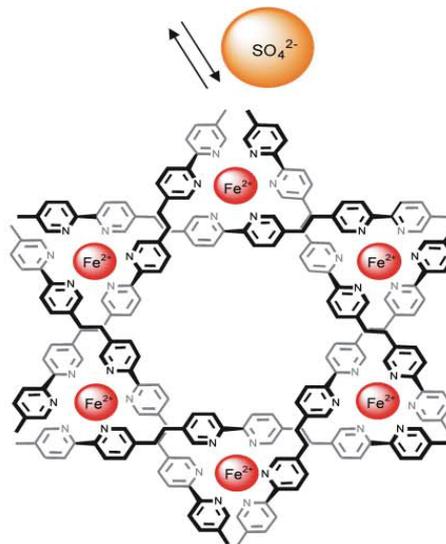
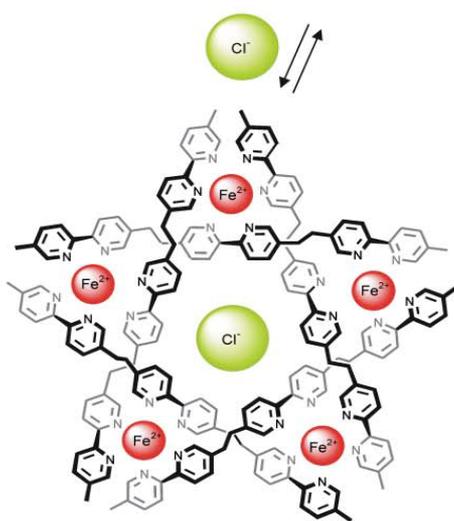
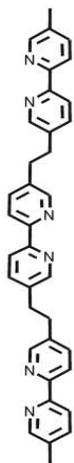
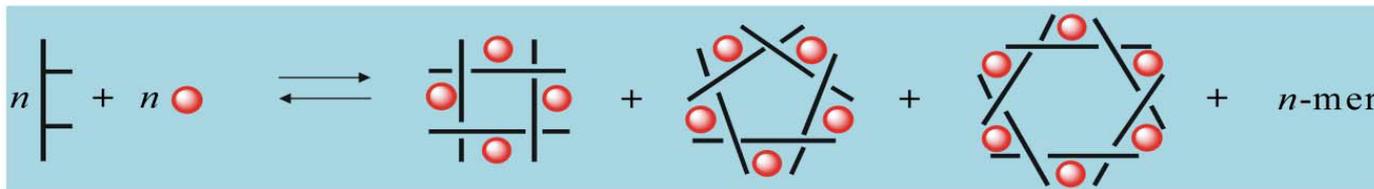
Deux molécules complémentaires

Se lient et forment un complexe – qui peut aussi se délier.

Exemples : les cryptates ; les complexes enzymes substrats.



Dynamic Library of Circular Helicates

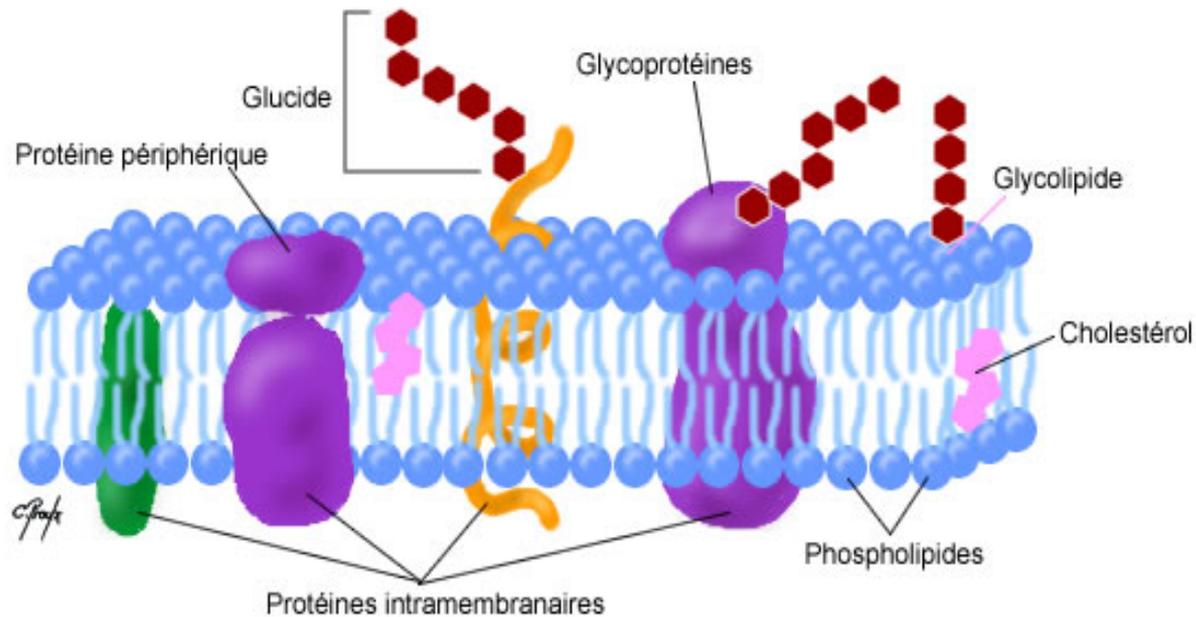


(JM Lehn et coll)

L'auto-organisation des molécules = la matière complexe

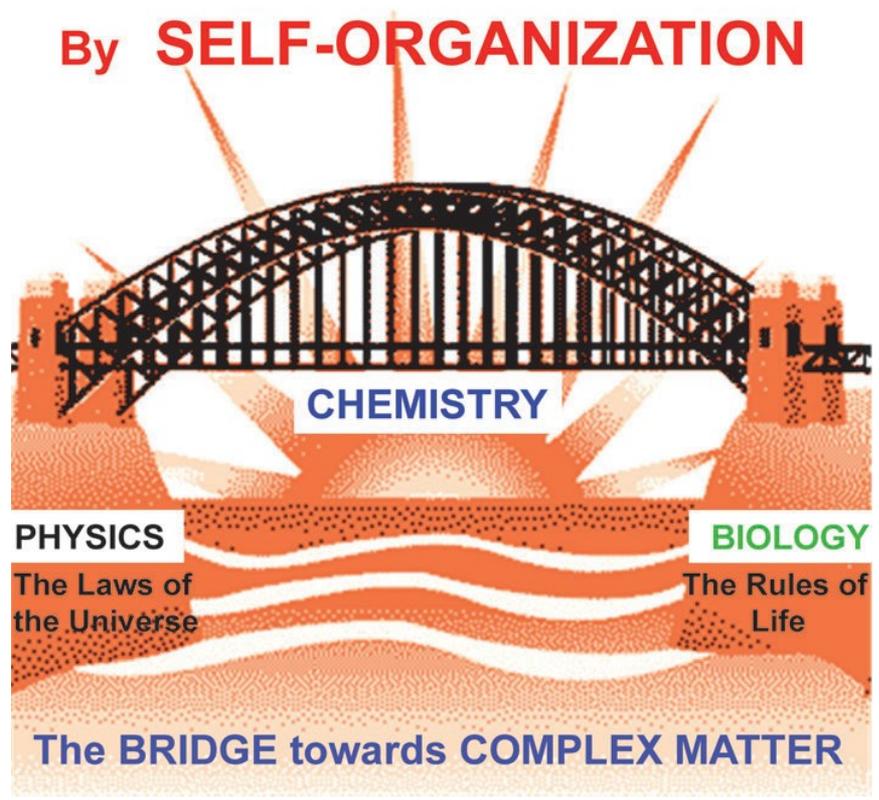
- **Chimie moléculaire** = maîtriser les liaisons covalentes
- **Chimie supramoléculaire** : maîtriser les liaisons non-covalentes (Van Der Waals, hydrogènes)
- **Chimie adaptative** : maîtriser la complexité chimique – chimie dynamique constitutive. **Les systèmes moléculaires organisés.**

Une membrane biologique : un système moléculaire complexe



Tout est chimie ? Tout est chimie ! (JM Lehn)

TOWARDS COMPLEX MATTER
By SELF-ORGANIZATION



Ou interaction triangulaire – Systèmes moléculaires organisés – Congrès SMO - Bordeaux

Et au XXI^e siècle ?

- * **L'utilité de la chimie** est toujours plus évidente
- * Les **défis du vivant** : santé, environnement.
Relations structures/effets
- * Les **BIG DATA** :
Les plus grands espoirs
Les plus grands dangers

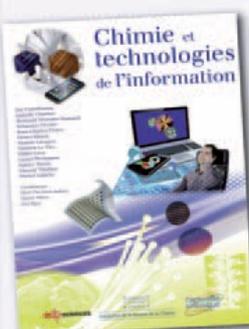
L'utilité de la chimie

Colloques de la Fondation de la Maison de la Chimie (livres/Danièle Olivier–Paul Rigny)

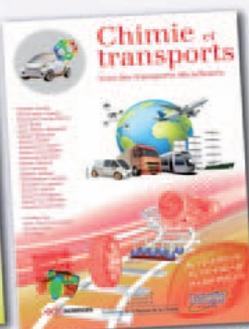
Collection L'Actualité Chimique-Livres



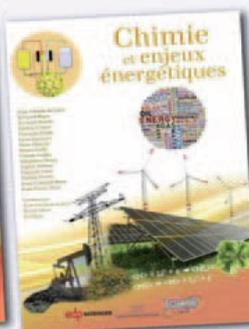
Janvier 2015 - 292 p. - 25 €



Sept. 2014 - 234 p. - 25 €



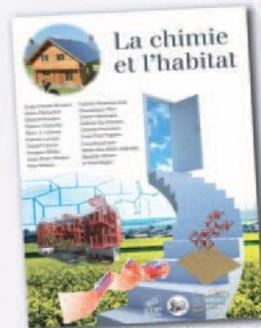
Janvier 2014 - 272 p. - 24 €



Sept. 2013 - 274 p. - 24 €



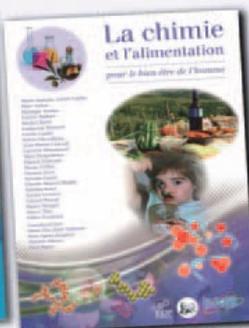
Octobre 2012 - 300 p. - 24 €



Octobre 2011 - 292 p. - 24 €



Janvier 2011 - 264 p. - 24 €



Octobre 2010 - 292 p. - 24 €



Juin 2010 - 244 p. - 24 €



Janvier 2010 - 182 p. - 19 €



Août 2009 - 208 p. - 24 €

Commandez-les sur edition-sciences.com

Et l'image de la chimie aujourd'hui.....?

Maîtriser les peurs des citoyens :

APPRENDRE LA DOSE

(alimentation, pollution, pesticides....)

APPRENDRE LA NOTION D'EXPOSITION

APPRENDRE LA NOTION DE SEUIL

APPRENDRE L'INCERTITUDE (SANTE/ENVIRONNEMENT)

Conclusion :

L'image de la chimie à travers les âges

- La Chimie défie Mercure et l'Olympe
- Les alchimistes veulent percer ses secrets
- Le Moyen-Age la traite d'art infernal
- L'industrie est responsable des plus grandes pollutions
- La société de consommation veut du « naturel »
- Aujourd'hui : on l'accuse des maladies chroniques

Transformer – ou créer – la matière, c'est sacrilège !

La Science se débat pour démystifier cette peur.....sans succès