

2018

ANNÉE DE

LA CHIMIE

de l'école à l'université

2019

La Chimie : Science de la nature , science de la matière et de sa transformation

Science expérimentale mais aussi théorique

De nombreux laboratoires de recherche

Quelques exemples sur Toulouse :

 <p>https://www.lcc-toulouse.fr/</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chimie et catalyse ▪ Chimie et matériaux ▪ Chimie et santé
 <p>https://lgc.cnrs.fr/</p>	   <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eaux et effluents, ▪ Energie, ▪ Bioraffinerie, ▪ Matériaux et Ingénierie de la santé
 <p>Laboratoire de Chimie et Physique Quantiques https://www.lcpq.ups-tlse.fr/</p>	  <ul style="list-style-type: none"> ▪ Théorie (THEO) ▪ Photochimie théorique et computationnelle (PhotoTeC) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Systèmes étendus et magnétisme (SEM) ▪ Modélisation, agrégats, dynamique (MAD)
 <p>Centre Inter-universitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux - UMR CNRS 5085 https://cirimat.cnrs.fr/</p>	   <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nanocomposites, Nanomatériaux Carbonés : ▪ Élaboration, Densification ▪ Phosphates, Pharmacotechnie, ▪ Biomatériaux ▪ Oxydes à valence mixte ▪ Revêtements et traitements de surface ▪ Mécanique, microstructure, oxydation, corrosion ▪ Physique des polymères

Observer et mesurer , comprendre et modéliser , agir pour créer , pour produire.

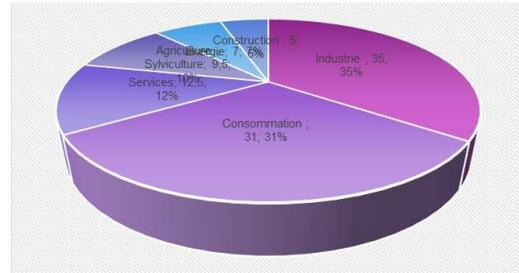
La Chimie : un secteur clé de l'industrie en France

2020

- Chiffres d'affaires : 62 Md €
- 7^{ème} rang mondial / 2^{ème} rang européen
- 1^{er} secteur industriel exportateur : 57 Md€
 - industrie agroalimentaire : 47 Md €
 - aéronautique : 35 Md €
- Emploi :
 - 3300 entreprises / 219 000 salariés
 - 93 % CDI

<https://www.entreprises.gouv.fr/fr/l-industrie-chimique-france>

- Industrie (automobile, aéronautique...) : 35%
- Consommation des ménages : 31%
- Services (R&D, santé, transport, commerce...) : 12,5%
- Agriculture, sylviculture, pêche : 9,5%
- Énergie : 7%
- Construction : 5%



3 grands secteurs

Eau , air , soufre
Pétrole
Biomasse



Chimie de base
Ou
Chimie lourde

Chimie minérale

Chimie organique

Produits de gros tonnage
Grands intermédiaires



Chimie de spécialité



Chimie fine

Produits pour un usage spécifique
(produits phytosanitaires , détergents ,
, peintures , colles ...)

Produits pour un usage encore plus spécifique
Molécules complexes
Principes actifs de médicament



.....Image négative de la chimie.....

Pollution, toxicité

Accidents industriels



Incendie de l'usine chimique de Seveso (Italie), 1976.

21 Septembre 2001 : AZF à Toulouse
4 Aout 2020 : Port de Beyrouth

Explosion de NH_4NO_3

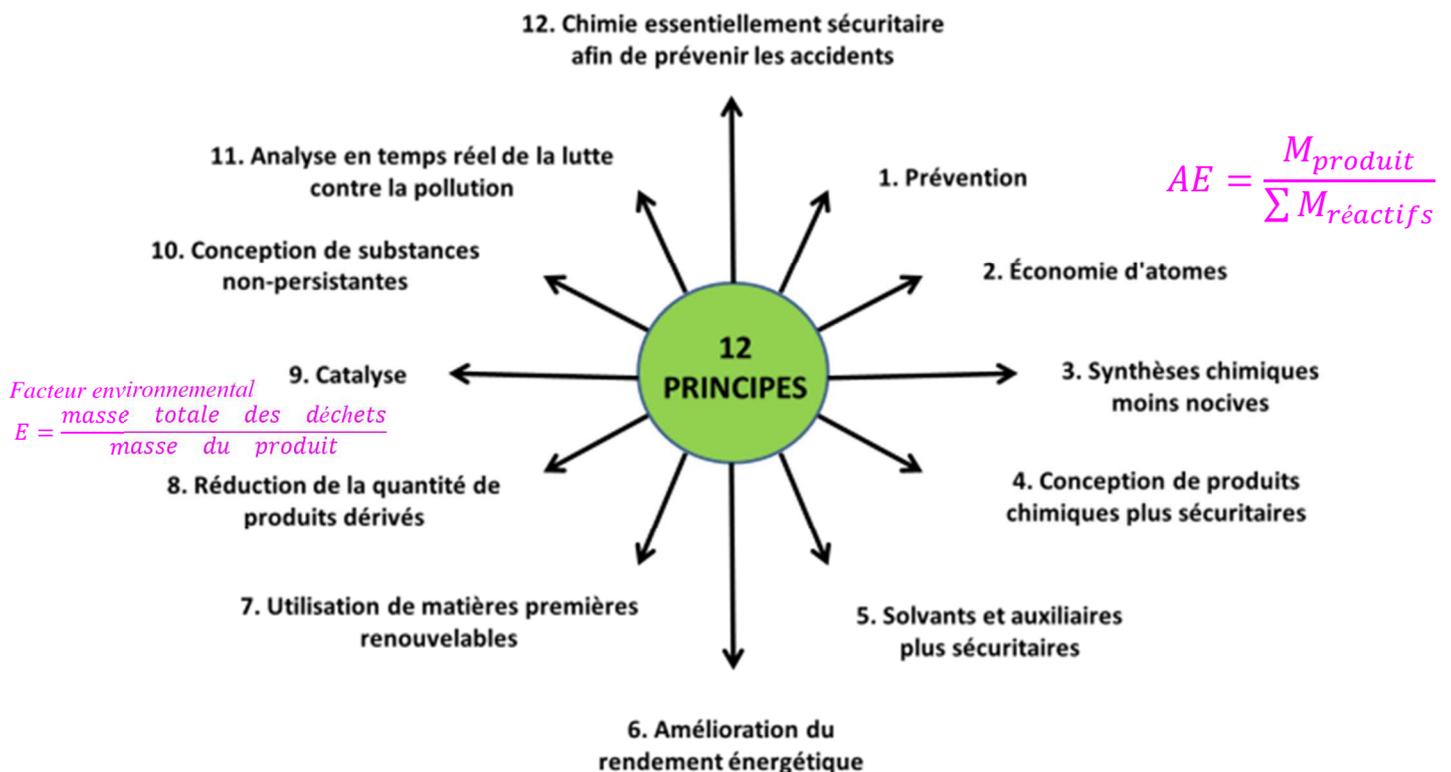


La chimie verte

Elle a pour but de concevoir et de développer des produits et des procédés chimiques permettant de réduire ou d'éliminer l'utilisation et la synthèse de substances dangereuses.



Développement durable : développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.



Biomasse : ensemble de la matière organique d'origine végétale ou animale

Arbres, produits de l'agriculture, déchets agricoles et alimentaires



Fermentation



Sucres

Glucose, Fructose → éthanol, acide lactique



Extraction

Vanilline



Pyrolyse

La chimie en CPGE

1. Transformations chimiques de la matière : aspects thermodynamique et cinétique

- 1.1. Premier principe de la thermodynamique appliqué aux transformations physico-chimiques
- 1.2. Deuxième principe de la thermodynamique appliqué aux transformations physico-chimiques
- 1.3. Procédés industriels continus : aspects cinétiques et thermodynamiques
- 1.4. Changements de phase de corps purs et de mélanges binaires
- 1.5. Thermodynamique et cinétique des transformations modélisées par des réactions d'oxydoréduction

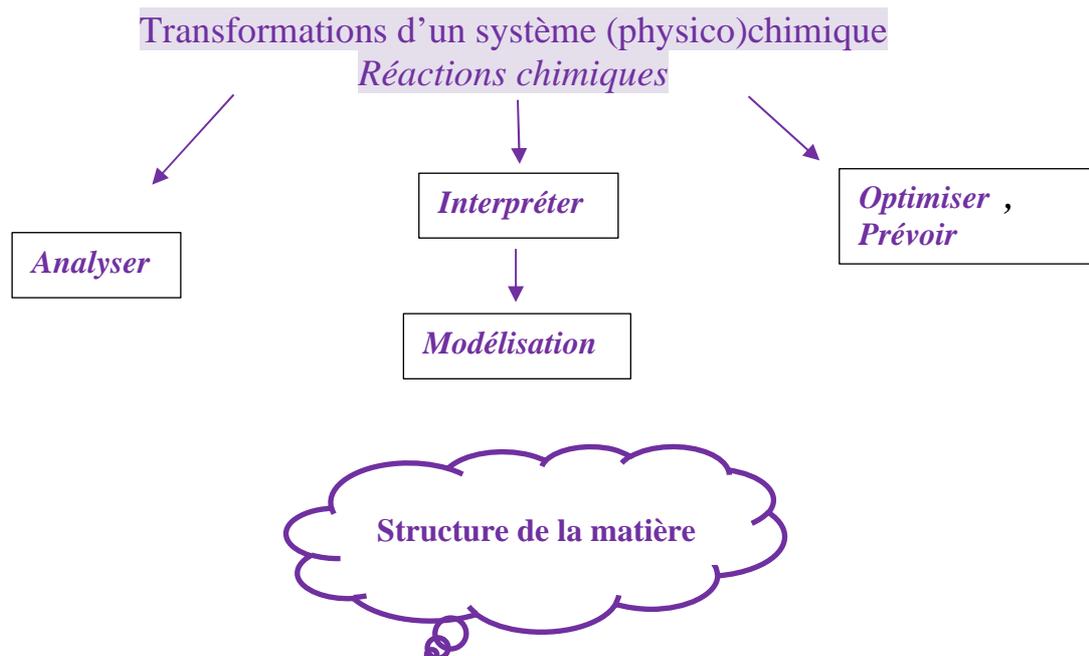
2. Constitution de la matière : modélisation quantique et réactivité

- 2.1. Orbitales atomiques
- 2.2. Orbitales moléculaires et réactivité
- 2.3. Constitution et réactivité des complexes

3. Transformations de la matière en chimie organique

- 3.1. Conversion de groupes caractéristiques
- 3.2. Création de liaisons carbone-carbone

.....dans la continuité du programme de 1^{ère} année



Système physico chimique

▪ Définitions :

Système : ensemble de constituants (espèces) physico chimiques contenus dans une région de l'espace délimitée par une surface enveloppe qui en délimite le volume .

Espèce physico chimique : espèce CHIMIQUE dans un ETAT PHYSIQUE donné

Formule chimique

◦ différent selon T et P

◦ SOLIDE LIQUIDE GAZ

Cristallisé

Amorphe

Semi cristallin

Variétés allotropiques

▪ Les principaux cas

1 ^{er} cas : corps PUR	2 ^{ème} cas : MELANGE	
1 seule espèce physico chimique	HOMOGENE <i>Les différentes parties ne sont pas visiblement distinguables</i>	HETEROGENE
	1 seule phase	Plusieurs phases pouvant contenir chacune une ou plusieurs espèces .
	Espèces miscibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 espèces appartenant à deux phases distinctes ne sont pas miscibles . ▪ 2 espèces appartenant à la même phase sont miscibles et se trouvent dans le même état physique ▼ Deux espèces dans le même état physique n'appartiennent pas nécessairement à la même phase .
	Cas particulier : SOLUTIONS SOLVANT + SOLUTES <i>Solutions aqueuses</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ généralement les solides ne sont pas miscibles , un solide constitue une phase à lui tout seul .

Phase : forme de la matière qui est uniforme en tout point par sa composition chimique et son état physique.

Système ou sous système dont toutes les grandeurs intensives sont des fonctions continues des variables d'espace .

▪ Description quantitative : « utiliser des grandeurs physiques pertinentes »

Quantité de matière : mole (mol)

Solide : masse (kg)

Liquide : Volume (m³ , L) , masse , masse volumique $\mu = m / V$ (kg/m³ , g/mL)

Gaz : Pression (Pa , bar)

Pour un mélange de gaz ayant un comportement de gaz parfait : $PV = nRT$

A chaque gaz du mélange on associe sa pression partielle P_i : $P_i V = n_i RT$; $P_i = x_i P$; $\Sigma P_i = P$

Mélange homogène : **fraction molaire** $x_i = \frac{n_i}{n_{tot}}$; $\Sigma x_i = 1$ ou **fraction massique** $w_i = \frac{m_i}{m_{tot}}$; $\Sigma w_i = 1$

■ **Grandeurs mesurables**

Les quantités de matière sont liées à des grandeurs physiques qui présentent l'avantage d'être mesurables .

Grandeur physique	Symbole	Expression
Pression totale	P_{tot}	$P_{tot} = \sum P_i$ ou $P_i = x_i P_{tot} = \frac{n_{igaz}}{\sum n_{igaz}} P_{tot}$
Densité	Pour un liquide, d	$d = \frac{\text{masse volumique}}{\text{masse volumique de l'eau}}$
	Pour un gaz, d	$d = \frac{M}{\text{masse d'une mole d'air}} = \frac{M}{29}$; M en gmol^{-1}
Concentration molaire (espèce en solution)	$[A_i]$ ou C_i	$[A_i] = \frac{n_i}{V}$
Absorbance	A	$A = \epsilon l C$; $A = \sum \epsilon_i l C_i$ Loi de Beer -Lambert
Pouvoir rotatoire	α	$\alpha = [\alpha]_D^{20} l C$; $\alpha = \sum [\alpha_i]_D^{20} l C_i$ Loi de Biot
Conductivité	σ (Sm^{-1})	Pour des solutions diluées $\sigma = \sum_{ion} \lambda^{\circ}_i [A_i]$

pH-métrie $[H^+]$
potentiométrie $[Ag^+]$
Conductimétrie

Grandeur additive

Grandeur additive

Quelques exemples d'application :

Exercice 1 : La société Aldrich commercialise une solution d'acide chlorhydrique dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Empirical Formula (Hill Notation) HCl density : 1.2 g/mL at 25 °C
- Molecular Weight 36.46 gmol⁻¹
- Assay : 37%

Déterminer la concentration molaire de cette solution .

Exercice 2 :

Dans le domaine de l'aéronautique, la combustion destinée à fournir l'énergie nécessaire à la propulsion ne peut pas utiliser le dioxygène de l'air comme comburant. Les ergols sont les différentes substances embarquées. On parle de monergol lorsqu'un composé est employé seul et de propergol lorsque l'association d'ergols permet la réaction chimique.

La monométhylhydrazine CH₆N₂ et la diméthylhydrazine asymétrique C₂H₈N₂, molécules dérivées de l'hydrazine, sont des propergols pour fusées utilisés notamment par le programme spatial européen Ariane en association avec le peroxyde d'azote N₂O₄ qui est le comburant.

Le pouvoir de propulsion d'un propergol est directement lié à la quantité de produits gazeux émis par sa combustion pour un gramme de mélange stœchiométrique propergol/comburant.

1) Sachant que la réaction de N₂O₄ avec chacune des hydrazines CH₆N₂ et C₂H₈N₂ conduit à la formation de diazote, de dioxyde de carbone et d'eau (sous forme gazeuse), écrire les équations bilan des réactions correspondantes (avec un coefficient stœchiométrique unité pour la molécule dérivée de l'hydrazine).

Ces réactions sont totales .

2) Déterminer littéralement la quantité de matière n₁ de monométhylhydrazine contenue dans m₀ = 1 g de mélange stœchiométrique monométhylhydrazine / peroxyde d'azote. En déduire la quantité de matière n_{1,gaz} de produits gazeux émise par la combustion d'un gramme de ce mélange.

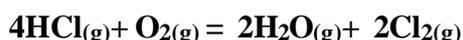
3) Déterminer de même la quantité de matière n_{2,gaz} de produits gazeux émise par la combustion d'un gramme du mélange diméthylhydrazine asymétrique / peroxyde d'azote.

4) Déduire du rapport $\frac{n_{1,gaz}}{n_{2,gaz}}$ le meilleur propergol.

Données : Masses molaires atomiques

espèce	CH ₆ N ₂	C ₂ H ₈ N ₂	N ₂ O ₄
M (gmol ⁻¹)	46	60	92

Exercice 3 : Le dichlore peut être obtenu par oxydation du chlorure d'hydrogène en phase gazeuse selon la réaction de Deacon effectuée sur catalyseur à base de chlorure cuivreux CuCl₂. L'équilibre chimique qui en résulte, est noté :



L'étude se fait à 773 K, sous la pression totale P = 1 bar.

Le mélange initial est constitué d'un mélange équimolaire en HCl_(g) et O_{2(g)}.

Déterminer la pression partielle finale en dioxygène si le rendement final en dichlore est de 95 %.

Exercice 4 : En phase gazeuse le pentachlorure de phosphore se décompose selon $\text{PCl}_{5(g)} \rightarrow \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$. A 250°C, sous une pression totale P₁ = 1 bar, la densité du mélange gazeux obtenu à partir de pentachlorure de phosphore pur est d = 3,90.

Après avoir exprimé la densité du mélange gazeux en fonction de la fraction molaire de dichlore (notée y), déterminer sa valeur.

Masses molaires atomiques en gmol⁻¹ P : 31 Cl : 35,5