

P1F2

La chimie verte

Activité Dirigée

• *L'image de la chimie s'est peu à peu dégradée dans l'opinion publique. Les catastrophes aux retombées humaines et écologiques non négligeables, en sont pour une grande part responsable.*

Pour mémoire citons :

- *La thalidomide (médicament aux conséquences désastreuses sur l'embryon).*
- *le DDT (insecticide surpuissant, ayant permis la lutte contre le paludisme mais polluant organique persistant).*
- *les catastrophes industrielles de SEVESO (Italie, 1976), BHOPAL (Inde, 1984) et de TOULOUSE (France, 2001).*

Il est donc grand temps pour la chimie d'adopter une démarche de réhabilitation, ce à quoi elle s'emploie avec la "Chimie Verte".

(1) Les 12 principes de la chimie verte

• La chimie verte a pour but de limiter l'impact négatif de la chimie sur l'environnement et l'homme, en concevant des produits et des procédés chimiques permettant de réduire ou d'éliminer l'utilisation et la synthèse de substances dangereuses. **La chimie verte se décline en 12 principes :**

1) *Prévention : prévenir et limiter la production des déchets plutôt que d'investir dans l'assainissement ou l'élimination des déchets.*

2) *L'économie d'atomes : conception de réactions chimiques dans lesquelles l'incorporation des atomes de départ est optimisée.*

3) *Synthèses chimiques moins nocives : lorsque c'est possible, utiliser et créer des substances chimiques faiblement ou non toxiques pour la santé humaine et l'environnement.*

4) *Conception de produits chimiques et de composés chimiques moins toxiques et plus sûrs.*

5) *Suppression ou réduction de substances auxiliaires telles que les solvants, les agents de séparation ; sélectionner des solvants plus sûrs.*

6) *Amélioration du rendement énergétique : amélioration du bilan énergétique par la mise au point de méthodes de synthèse dans des conditions de température et de pression ambiantes.*

7) *Utilisation de matières premières renouvelables en substitution des ressources fossiles (charbon, pétrole...).*

8) *Réduction du nombre et de la quantité de produits dérivés.*

9) *Utilisation de procédés catalytiques (accélérer une réaction chimique en abaissant sa barrière énergétique).*

10) *Conception de substances à dégradation finale non persistante : utilisation et conception de produits de dégradation non nocifs à la fin de leur durée d'utilisation.*

11) *Analyse en temps réel de la pollution : les méthodologies analytiques sont développées pour permettre une surveillance et un contrôle en temps réel et en cours de production avant l'apparition de substances dangereuses.*

12) *Développement d'une chimie plus sécuritaire : minimiser les risques d'accidents chimiques, les explosions, les incendies...*

(2) Evaluation de l'efficacité d'un procédé de synthèse

↳ Dans l'optique d'une réduction de la pollution à la source, la chimie verte propose une évolution du concept d'efficacité en prenant en compte la minimisation de la quantité de déchets.

Soit une réaction représentée par : $a \text{ A} + b \text{ B} \rightarrow p \text{ P} + q \text{ Q}$

- **A** et **B** sont deux réactifs
- **P** est le produit principal
- **Q** est un sous-produit

▶▶ <u>L'économie d'atomes EA</u>	▶▶ <u>Facteur environnemental molaire EM</u>
<ul style="list-style-type: none"> • L'indicateur de l'efficacité d'un procédé peut être défini par son utilisation atomique (UA) ou économie d'atomes (EA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Le facteur environnemental molaire (EM) est une autre façon de chiffrer l'efficacité environnementale d'une réaction en s'intéressant aux déchets produits.
<p>L'économie d'atomes est définie comme le rapport de la masse de produit (P) sur la somme des masses des réactifs engagés dans la réaction :</p> $EA = \frac{m_P}{m_A + m_B} \times 100$	<p>Le facteur environnemental est le rapport théorique de la masse des "déchets" sur la masse du produit désiré, engagés dans la réaction :</p> $EM = \frac{m_Q}{m_P} \times 100 = \frac{m_A + m_B - m_P}{m_P}$
On peut montrer que l'on a alors la relation :	
$EA = \frac{p \times M(P)}{a \times M(A) + b \times M(B)} \times 100$	$EM = \frac{a \times M(A) + b \times M(B) - p \times M(P)}{p \times M(P)} \times 100$
<p>Plus l'économie d'atomes EA est élevée,</p>	<p>Plus le facteur environnemental est faible,</p>
<p>meilleure est la réaction de synthèse pour l'environnement</p>	

Le procédé vert n'est pas seulement un procédé moins polluant, il permet également au fabricant de réduire ses dépenses grâce à :

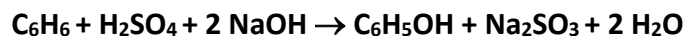
- la diminution de la quantité de déchets (donc des frais de retraitement).
- la diminution du nombre d'étapes qui entraîne d'une part une réduction des coûts de séparation et de purification, et d'autre part une augmentation de la capacité de production puisque la synthèse prend désormais moins de temps.

Les procédés verts sont donc conçus pour être à la fois respectueux de l'environnement et économiquement viables. En effet, la rentabilité du procédé est un prérequis indispensable dans le monde industriel.

Le phénol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ est utilisé notamment lors de la synthèse de l'aspirine.

Jadis, le phénol était préparé par distillation du goudron de houille. Cette méthode a été abandonnée car l'énergie nécessaire était trop importante.

En 1899, le groupe **BASF** met au point la 1^{ère} synthèse du phénol qui peut être résumée par le bilan :



Le procédé abandonné dans les années 1960 est actuellement remplacé par le procédé, dit « **HOCK** » :



Masses molaires (g/mol)

H	C	O	Na	S	C_6H_6	H_2SO_4	NaOH	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	C_3H_6	O_2
1	12	16	23	32,1						

Procédé BASF					Procédé HOCK					
Economie d'atomes										
Facteur environnemental										
Procédé le plus respectueux de l'environnement :										