

PRÉPA AGRÉG
PHYSIQUE 2014-2015



ENS CACHAN

LEÇON DE CHIMIE

LC 04: Chimie et développement durable

Auteurs :
Edouard LE CERF
Souhila KADDOUR

Correcteur :
M. Fabien L'ÉLECTROCHIMISTE

29 octobre 2014

Table des matières

Introduction	2
1 Position du problème	3
1.1 Un état des lieux alarmant	3
1.2 Les douze principes de la chimie verte	3
1.3 Quelques grandeurs d'intérêt	4
2 Le problème des solvants	6
2.1 De nouveaux procédés	6
2.2 Synthèse de la chalcone	6
3 Autres leviers possibles	7
3.1 La catalyse	7
3.2 Les réactifs	7
Conclusion	8
3.3 Commentaires	9

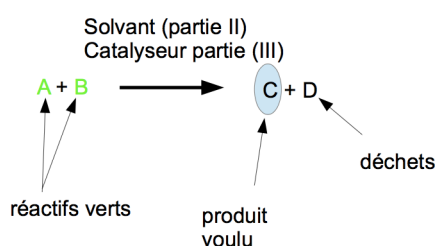
Introduction

Pendant longtemps la chimie a été à la pollution de l'environnement à la toxicité de ses composants à éviter. Néanmoins, la chimie nous entoure, elle est présente dans nos vêtements, l'utilisation de nos produits courants et parfois même notre alimentation. D'une part, on essaie de changer cette image partiellement erronée et d'autre part de résoudre les problèmes qui persistent.

1 Position du problème

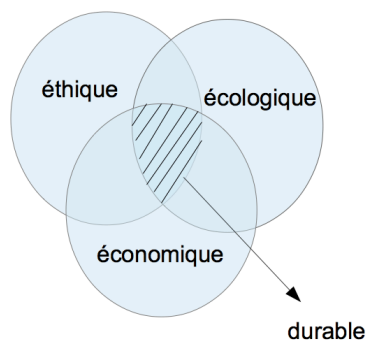
1.1 Un état des lieux alarmant

La chimie a mauvaise presse car elle implique au vu de tout le monde des problèmes d'ordre mondial. On peut citer des problèmes humains du type AZF ou Bhopal ou encore de type écologique comme les pluies acides, ce qui ne rassure pas les gens de manière générale. Une synthèse (et ce sera le fil conducteur de la leçon c'est 1.1 :



1.2 Les douze principes de la chimie verte

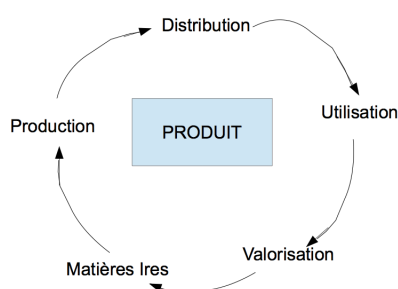
On projette (pas nécessaire de les écrire au tableau. Cela prendrait trop de temps et ce n'est pas le fond de la leçon. Néanmoins il faut savoir qu'elles existent et qu'elles sont à la base de la chimie durable) les douze principes que l'on peut détailler plus ou moins bien pour arriver à la définition de développement durable à partir de la "règle des 3E" 1.2 :



1.3 Quelques grandeurs d'intérêt

Cette idée de développement durable incite à la connaissance de plus en plus fine sur l'environnement et la santé humaine liées à la composition des produits, leur fabrication, leur utilisation et leur fin de vie. L'évaluation de ces impacts se fait par l'étude de grandeurs que nous définissons dans ce qui suit.

Définition : Analyse de cycle de vie grandeur qui caractérise une substance depuis sa synthèse jusqu'à son recyclage.



Une manière de respecter ce cycle 1.3 serait de faire coïncider la durée de vie d'un produit avec sa durée d'utilisation. Par exemple pour un parfum qui ne persisterait pas dans l'environnement.

L'utilité de l'ACV réside notamment dans le fait de :

- représenter une vision globale des impacts potentiels générés
- éviter les déplacements des pollutions

Limites de l'ACV :

- difficulté à comparer des impacts environnementaux différents
- non prise en compte des impacts relatifs à la fabrication des équipements et des infrastructures
- non intégration des impacts sociaux

Une fois cela étudié par les industries, on cherche à établir des solutions dans la réaction 1.1 et l'une d'entre elles consiste à éviter les déchets plutôt que d'avoir à les traiter. C'est l'enjeu de l'utilité atomique.

utilité atomique : il s'agit du pourcentage d'atomes utilisés

$$UA = \frac{M(\text{desire})}{\sum M(\text{reactifs})} [\%] \quad (1)$$

Rq : différent du rendement de la réaction et idéalement égal à 100%.
Exemple projeté sur transparent pour le calcul de l'UA pour la synthèse de l'ibuprofène. Le seul rejet est en fait de l'acide éthanoïque qui s'avère être un produit récupérable. Ainsi, l'UA est de 100%.

On peut également citer le facteur E parfois utilisé qui n'est rien d'autre que $\frac{1}{UA} - 1$, qui est égal à 0 idéalement et dont on peut donner quelques ordres de grandeurs :

- raffinage : $E \sim 0,1$
- chimie lourde : $E \sim 15$
- chimie fine : $E \sim 5 - 50$
- chimie fine : $E \sim 100$

2 Le problème des solvants

2.1 De nouveaux procédés

Les solvants en chimie organique sont :

- très volatile- pollution atmosphérique
- généralement nocifs
- 80 %-90 % issus du pétrole

Solutions possibles :

- le CO₂ supercritique + schéma décaféination projetée.
- liquide ionique
- synthèse solvant

2.2 Synthèse de la chalcone

Détail du mécanisme à savoir (cf TP de chimie orga) + manipulation en direct.

3 Autres leviers possibles

3.1 La catalyse

exemple de la zéolithe ("pierre qui bout") : microcavité de taille discriminante + schéma.

3.2 Les réactifs

Hémisynthèse de l'aspirine faite en préparation et on peut alors à l'aide du banc Köfler comparaison de la température de fusion mesurée par rapport à la tabulée.

Conclusion

Ouverture sur le Biodiesel par exemple. Nouvelle leçon donc très peu (pour ne pas dire pas!) de références bibliographiques sur le sujet. En revanche, internet est rempli d'informations à trier et décortiquer selon vos affinités dans les domaines de la chimie. Néanmoins les notions présentées dans la partie 1 sont incontournables dans cette présentation (aussi trouvées sur internet). Il faut bien savoir aussi que dans cette leçon et c'est la raison pour laquelle 2 et 3 sont moins denses, les synthèses et caractérisations prennent pas mal de temps et qu'il serait judicieux de ne pas les négliger.

Questions-Commentaires

Solvants - fréquemment utilisés et dangereux ?

benzène cancérigène , CH_2Cl_2 nocif, éthanol pas toxique.

- Solution évidente pour solvant : H_2O . A haute pression, supercritique pour fabriquer les oxydes.
- Problème environnemental de la synthèse des oxydes ?
Oxyde de métal très stable donc difficile d'extraire de l'aluminium de l'alumine.

→ Conditions hydrothermales plus douces avec H_2O supercritique.

- procédé sol-gel : fabrication de silice dans les eaux marines à T ambiante quasiment.

Economie d'atomes - réaction de Clic-Chimie : fonction alcyne et fonction azoture utilisées dans les airbag des voitures modernes.

- structure de Lewis de l'Azoture? → *formation* d'un cycle : 100% chimie verte, 100% rendement , "one pot" et se fait totalement dans l' H_2O

Formation Chalcone :

- addition nucléophile suivie d'une élimination spontanée (car stabilisée par conjugaison)
- Autre caractérisation que CCM et T_{fus} : Spectro IR et RMN (savoir détailler)

Fabrication soude : Electrolyse de $NaCl$ → une électrode oxyde Cl^- et l'autre réduit H_2O

3.3 Commentaires

Attention à ne pas dire qu'on souhaite à tout prix éviter les sous-produits. Peut parfois être intéressant d'avoir des sous-produits.

Synthèse micro-ondes peut être intéressante à présenter dans cette leçon.

Attention à ne pas focaliser sur la chimie moléculaire mais penser également à la chimie des matériaux- processus de condensation permettant d'obtenir des solides.

Globalement une bonne leçon. Très qualitative donc s'attendre à des questions pratiques à préciser ensuite en chimie orga notamment.