

LC 3 Titre : Chimie durable

Présentée par : Éloïse MESTRE

Correcteur : N. LEVY

Date : 25/11/2019

## Compte-rendu de leçon de chimie correcteur

### Rappels de définitions, concepts à aborder lors de la leçon :

Cette leçon est l'occasion de présenter la chimie sous un aspect transversal au-delà des sciences fondamentales : rôle économique, sociétal et environnemental. À partir d'une iconographie un peu « coup de poing » sur les idées préconçues de la chimie, j'aborderais les différents domaines d'action d'un chimiste du XIX<sup>ème</sup> siècle et donc d'illustrer les 12 principes de la chimie verte (par Anastase en 1997).

À partir de ces 12 principes, la leçon s'articule sur les illustrations les plus pertinentes : l'économie d'atome, la notion de catalyse, l'utilisation de solvants verts voire les manipulations sans solvant, la limitation des déchets, l'efficacité énergétique, la valorisation des « ressources ».

### Avis sur le plan proposé, choix des exemples et des expériences :

#### Remarques sur des points spécifiques de la leçon :

I/ Notion de chimie durable

II/ des synthèses durables (1/Solvant 2/ Économie d'atome 3/ Catalyse)

III/ Valorisation (1/CO<sub>2</sub> 2/Agroressources)

Le plan est cohérent ; les exemples bien choisis notamment le choix d'une condensation aldolique (synthèse de la chalcone) pour la synthèse sans solvant fait bien le lien avec l'économie d'atome.

La présentation comparée du procédé Boots / BHC pour la synthèse de l'ibuprofène est un exemple excellent que je garderai absolument.

Concernant la valorisation des ressources, les exemples ne manquent pas. On peut également faire le choix des biocarburants (voir sur le site CultureSciences-Chimie)

### Discussion sur les manipulations présentées au cours du montage (objectifs de l'expérience, phases de manipulations intéressantes, difficultés théoriques et techniques) :

#### Expérience 1 : Synthèse d'une chalcone (sans solvant)

Réaliser au mortier en direct. Prévoir tout de même un brut en préparation au cas où... Caractérisation par  $T_f$  et proposer un suivi ccm. Enfin, il est bien de prévoir la recristallisation pour purifier (solvant eau-éthanol), ce qui a manqué à mon avis.

### Expérience 2 : Catalyse – dismutation de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Choix crucial car la catalyse est une notion essentielle en chimie verte.

J'ai regretté l'absence d'aspect quantitatif par mesure du volume de gaz dégagé et on peut ainsi comparer l'efficacité de différents catalyseurs. On en présente un devant le jury mais on montre les différents résultats obtenus lors de la préparation.

### Expérience 3 : synthèse de la galalithe

Insister sur le choix entre denrée agricole consommable et synthèse. C'est également le cas des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération : on « consomme » des aliments pour faire de l'essence... d'où les recherches sur les autres générations de biocarburants.

### **Autour des valeurs de la République et des thématiques relevant de la laïcité et de la citoyenneté :**

Propos injurieux ou diffamatoire à votre encontre sur les réseaux sociaux : rappel à la loi + signalement à la direction/CPE.

### **Propositions de manipulations – Bibliographie :**

1/ Vous trouverez de nombreuses ressources concernant la chimie verte sur le site CultureSciences-Chimie, notamment sur les solvants / procédés BOOTS-BHC / biocarburants ...

2/ Au niveau expérimental, on peut aussi proposer une synthèse d'un ester en micro-onde (bas coût énergétique)

3/ synthèse en micro-onde avec économie d'atome : synthèse de Biginelli (Actualité Chimie n°330 mai 2009)

LC 03 Titre : Chimie Durable

Présentée par : Eloïse Mestre

Correcteur : Nicolas Levy

date : 21/11/2019

## Compte rendu leçon élève

Bibliographie de la leçon :			
Titre	Auteurs	Editeur (année)	ISBN
Physique-Chimie TS – Hachette			
La chimie verte (culturesciences.chimie.ens)			
Un exemple de chimie verte : la synthèse industrielle de l'ibuprofène (idem)			

Plan détaillé
<p><u>Niveau choisi pour la leçon : Lycée</u></p> <p>Prérequis :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Chimie organique</li><li>- Solvant</li><li>- Catalyse</li></ul> <p><b>Introduction :</b></p> <p><i>Chrono : 0 min</i></p> <p>Comme vous avez pu le remarquer on est en crise écologique et le développement durable est une démarche voulant associer progrès économique, sociale et environnementale.</p> <p><b>I/ La chimie durable</b></p> <p><i>Chrono : 1 min</i></p> <p>La chimie est un pôle économique et génère plus de 2000 milliards d'euros par ans dans le monde.</p>

C'est un pôle social : permet de nous nourrir, crée des emplois, permet de soigner, consomme et produit de l'énergie.

Rôle environnemental important et à en particulier une mauvaise réputation. Quand on pense chimie, on pense rejets, on pense accidents industriels ... (cf slide)

La chimie a développé un pôle durable dans les années 90.

En 1991 : agence américaine pour l'environnement pose une première définition de la chimie verte (au tableau) : la chimie verte a pour but de promouvoir des produits et des procédés chimiques permettant de réduire ou de supprimer l'utilisation et ou la synthèse de substance dangereuses.

Cette définition est un peu trop globale et en 1998, Warner et Anastas ont introduits les 12 principes de la chimie verte qui sont les suivants : (cf slides)

On peut les regrouper en 5 domaines sur lesquels la chimie durable devra agir :

- L'énergie : réduire les coûts énergétiques des synthèses notamment.
- La matière première : Trouver des matières premières renouvelables et non nocives.
- La catalyse qui permettent de réduire le temps de réaction.
- Les solvants qui ont une importance cruciale
- Les produits finis et les déchets : les valoriser notamment.

## II/ Des synthèses durables

### 1/ Les solvants

Ils vont permettre de mettre en contact les réactifs, c'est un support de réaction. Dans l'industrie chimique c'est souvent des composés organiques volatils (VOC) ce qui est un problème car ils posent des problèmes environnementaux et sanitaires : souvent inflammables et ou toxique.

La chimie durable va donc chercher à minimiser l'utilisation de ces VOC.

Parmi les solvants, on peut citer : l'eau, les solvants ioniques, les solvants organiques et halogénés, et les fluides supercritiques.

Il existe également d'autres alternatives comme les réactions sans solvants. C'est ce qu'on va voir tout de suite avec la synthèse d'une Chalcone qui est très étudiée pour ses propriétés anticancéreuses. CF slide

Je vais vous montrer ça tout de suite sous hotte.

On a un mortier dans lequel il y a déjà la soude mise en poudre. On ajoute 10 mmol (1,2 mL) de  $C_8H_8O_2$  avec une pipette graduée. On ajoute ensuite 10 mmol (1,3 mL) de  $C_9H_{10}O$

*Chrono : 14 min*

Maintenant on mélange avec le mortier, ce qui augmente la probabilité de contact.

On a effectué la même réaction en préparation. On voit apparaître un solide : la chalcone mélangé à des restes de NaOH et également des traces d'eau. Pour enlever le NaOH on a effectué un lavage à l'eau.

Pour vérifier sa pureté après séchage je teste sa température de fusion sur le banc kofler.

On obtient une température de fusion qui est de  $92^\circ C$  au lieu des  $98^\circ C$  théoriques. C'est dans les choux parce que le banc a été débranché avant d'arriver dans la salle.

Pour mesurer le fait qu'on ait très peu de sous-produits formés on a inventé le concept d'économie d'atome. Dans le cas de la chalcone, l'économie d'atome c'est le rapport des masses molaires des produits voulus sur la masse molaire des réactifs.

Ici l'économie d'atome est de 93,3%. Ce qui n'est pas si mal.

De manière plus formelle on peut donner 2 définitions équivalentes de l'économie d'atome :

- C'est le rapport des masses molaires des produits souhaités avec les masses molaires des réactifs pondérés par les coefficients stoechiométriques.
- C'est également le rapport des masses molaires des produits souhaités avec les masses molaires de tous les produits.

*Chrono : 21 min*

On a rencontré plusieurs mécanismes dans l'année. Notamment l'addition qui a une bonne économie d'atome. Car tout va dans le produit. Exemple ethanal + éthanol

Par contre on a des mauvaises économies d'atomes comme la substitution. (Exemple substitution d'un dérivé halogéné)

La réaction qui a la plus mauvaise économie d'atome c'est l'élimination.

Le concept d'économie d'atome s'illustre extrêmement bien avec la synthèse d'ibuprofène. Qui s'appelle le procédé de boots.

Si on calcule l'économie d'atome pour la synthèse de l'ibuprofène.

On obtient 40%. Donc 40% de la masse molaire des réactifs a effectivement servi à former notre ibuprofène.

Avec le nouveau procédé BHC, on a les deux mêmes réactifs qu'au départ. Mais on ne forme que des produits voulus. Donc ici notre économie d'atome est de 100%.

En fait ce procédé est nettement meilleur parce qu'elle est plus rapide, demande moins d'énergie et ne génère pas de déchets.

Tout ça c'est grâce à la catalyse.

*Chrono : 29 min*

## **2/Catalyse.**

→ On a une accélération de la réaction → Diminution de l'énergie consommée

→ sélectivité augmentée → Diminution des efforts de séparation

→ Utilise moins de réactifs.

On connaît 3 types de catalyse, la catalyse homogène, la catalyse hétérogène et la catalyse enzymatique.

La catalyse enzymatique est en générale la plus recherchée, car elle se fait à température ambiante, est extraite de la faune et la flore et utilise des matériaux biodégradables.

Exemple avec la dismutation de l'eau oxygénée avec des enzymes contenues dans le navet.

## **III Valorisation des produits et des déchets.**

### **1/ Resources.**

On veut éviter l'utilisation de pétrole en tant qu'énergie, mais également en tant que source de réactifs chimiques. Mais le pétrole s'avère encore incontournable dans la synthèse de plastiques notamment.

Le premier plastique biosourcé provient de la galanith. On mélange du lait chaud et du vinaigre. (expérience)

C'est biosourcé mais non biodégradable. On peut en trouver qui sont biodégradables. On n'en présentera pas ici.

2/ Valorisation des déchets exemple du CO<sub>2</sub>.

Depuis les différentes conventions sur le climat, les états cherchent à réduire leur empreinte de CO<sub>2</sub>.

En fait le CO<sub>2</sub> produit peut être valorisé et réutilisé comme dans l'eau gazeuse, pour des transformation chimique, CO<sub>2</sub> supercritique pour décaféiner ou transformation biologique par des algues.

Conclusion :

La chimie verte n'est pas seulement un concept idéaliste. Elle va dans le sens de la rationalisation des procédés chimiques et pousse à faire des économies d'énergie et de réactifs.

### Questions posées

- Vous avez appelé des composés organiques volatils VOC et non COV pourquoi ?
- Vous avez des exemples de solvants halogénés ?
- C'est nocif le dichlorométhane ? Si oui, pourquoi ?
- Que faut-il retenir sur l'utilisation des solvants ?
- C'est quoi des solvants ioniques ? Ça sert à quoi ?
- C'est quoi les deux réactifs pour former la chalcone ?
- C'est quoi leur famille ?
- C'est quoi le mécanisme ?
- Pourquoi la soude prend un H lors de la première étape du mécanisme ?
- Pourquoi il n'attaque pas un H ailleurs ?
- Pourquoi l'énolate n'attaque pas une autre cétone pendant le mécanisme ?
- C'est quoi la réaction entre l'oxygène négatif et l'eau ?
- C'est quoi le nom de la deuxième étape du mécanisme ?
- C'est quoi la force motrice de la crotonisation ? Qu'est ce qui fait que ça marche ? Pourquoi un OH part ?
- Comment caractériser la chalcone ?
- Comment la purifier ?
- Quel solvant on utiliserait pour faire une recristallisation ?
- C'est quoi boots et BHC ?
- C'est quoi le nom de la première étape du mécanisme de boots.
- Comment fonctionne un catalyseur ?
- C'est quel type de mécanisme les catalyses enzymatiques ?
- Pourquoi le lait caille en milieu acide ? Idem en milieu salé.

AGIR :

-

### Commentaires

- Il y a tout ce qu'il faut mettre dedans.

- C'est assez bien de mettre les solvants en avant
- C'est bien l'ibuprofène
- C'est un peu trop désincarné.
- Faut montrer l'enjeu écologique de l'ibuprofène
- La catalyse très bien.
- En économie d'énergie, faire une synthèse au micro-onde c'est pas mal.
- Faut être au point sur les agrocarburant de 1<sup>ère</sup> 2<sup>nde</sup> et 3<sup>ie</sup> génération
  - o Première génération : ça empêche de manger.
  - o Seconde génération : Valorisation des déchets.
  - o Troisième génération : Les algues. Ça ne consomme aucune surface agricole, on les nourrit au CO<sub>2</sub>, on les fait huiler.
- Déçu par le manque d'ambition du caractère quantitatif.

**Expérience 1 - Titre :** Synthèse de la chalcone sans solvant

**Référence complète :** 40 expériences illustrées de chimie générale et organique (Elodie Martinand Lurin, Raymond Grüber – p254)

Phase présentée au jury : introduction des réactifs dans le mortier et obtention de la chalcone..

Caractérisation de la chalcone au banc Köffler (séché préalablement à l'étuve)

Durée de la manip : 3-5 min

**Expérience 2 - Titre :** dismutation de l'eau oxygénée.

**Référence complète :** 100 manipulations de chimie organique et inorganique (J.Mesplède) (p266) et chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre (J.Girard) (pp 200-201)

Équation chimique et but de la manip :

Pour la leçon, on ne présente que la catalyse enzymatique (peroxodismutase du navet) qui combine les aspects catalyse, et chimie douce Nous avons ajouté le suivi du volume de O<sub>2</sub> émis au cours du temps présenté dans la seconde référence.

Phase présentée au jury : tout

Durée de la manip : 4 min

**Expérience 3 - Titre :** Synthèse de la Galalithe

**Référence complète :** -

**Équation chimique et but de la manip :**

Lait + vinaigre → Lait caillé

Filtré sur büschner et sécher en étuve.

**Commentaire éventuel :**

Long à faire sécher, s'y prendre tôt.

**Phase présentée au jury :**

Produit sec présenté au jury et introduction des réactifs dans un bescher sous agitation. (Büchner s'il y a le temps).

**Durée de la manip :** 2 min

**Expérience 4- Titre :**

**Référence complète :**

Équation chimique et but de la manip :

Modification par rapport  
au mode opératoire décrit :

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Durée de la manip :

**Expérience 5 - Titre :**

**Référence complète :**

Équation chimique et but de la manip :

Modification par rapport  
au mode opératoire décrit :



Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Durée de la manip :

**Compétence « Autour des valeurs de la République et des thématiques relevant de la laïcité et de la citoyenneté »**

- **Question posée :**
- Tu découvres en surfant sur le web qu'il y a une page qui t'es consacrée et qui est injurieuse. Tu découvres en surfant sur le web qu'il y a une page qui t'es consacrée et qui est injurieuse. Que fais-tu ?

**Commentaires du correcteur :**

- Il y a un rappel à la loi → Diffamation publique (= dire qqch qu'on ne peut pas affirmer). Il y a également l'injure publique dont la jurisprudence est assez large et couvre ce types de cas de figure.
- Ca serait dangereux que ça ne reste qu'entre vous.
- Même si c'est élogieux, le site n'a pas lieu d'être. En tant que fonctionnaire de l'état je n'ai pas besoin qu'on me félicite.