

LC n°4 Chimie durable (Lycée)

correcteur : Martin Vérot

Présentée par Bastien.

Commentaires généraux

La leçon a a mon sens été trop ambitieuse ce qui n'a pas permis de se concentrer sur des aspects plus concrets et parlants de la chimie durable. Il faut à mon avis faire une leçon moins large pour aller plus en profondeur sur certains points.

Les douze principes de la chimie verte n'ont pas été suffisamment explicités tout comme il a manqué du temps sur les différentes métriques permettant de caractériser une synthèse en terme de chimie durable.

En terme d'ouvrages, il n'y a pas énormément de choses à se mettre sous la dent :

- Chimie verte, concepts et applications de Jacques Augé et Marie-Christine Schermann aux éditions edp sciences
- Green chemistry de Mike Lancaster, éditions RSC
- Les ouvrages de Lycée ne donnent souvent que des études documentaires sans forcément beaucoup de cours associé ;

I. Les programmes

Le programme de terminale S se rapproche du néant et en gros incite à se concentrer sur des approches documentaires. Il y a par contre un peu plus de choses dans le programme de la filière STL, ce qui peut permettre de guider un peu plus la leçon.

II. Introduction

Dans les clous de ce qu'on peut attendre.

III. Polymères et biosource

C'était trop descriptif et du coup, n'a pas trop permis de voir trop ces choses concrètes. C'est à mon avis une partie qu'il est possible de zapper pour gagner du temps ailleurs.

IV. Gain énergétique

Il aurait fallu mener une comparaison plus précise entre synthèse classique en ballon et synthèse micro-onde pour bien souligner les différences. Attention au dosage par la soude qui peut potentiellement saponifier l'ester. Le milieu semblait biphasique (ou en tout cas, il y avait l'air d'y avoir une émulsion). Le dosage est une idée intéressante, mais c'est la comparaison avec une synthèse classique qui peut vraiment le rendre pertinent. C'est même l'occasion de parler de rendement énergétique en comparant la quantité de chaleur apportée pour arriver à un résultat moins bon (en regardant la puissance des plaques vs micro-onde avec les temps respectifs de chauffe)

V. Solvant

Cette partie aurait méritée d'être plus développée cf Augé p 278 et suivantes. En particulier la toxicité de certains solvants classiques (dichlorométhane, benzène, toluène) par rapport à d'autres

solvants (éthanol, eau). C'est l'occasion de parler de toxicité, phrases H et P, discuter pictogrammes, réglementation, etc.

La synthèse de la Chalcone a été bien trop survolée. Il aurait fallu prendre beaucoup plus de temps pour la traiter correctement en utilisant l'intégralité des indicateurs :

- facteur E (Augé p 5);
- économie d'atomes (Augé p 6)
- intensité massique (Augé p 16)
- efficacité massique de réaction (Augé p 16)
- économie de matière globale (Augé p 19)

Certains indicateurs ne tiennent compte que de la réaction alors que d'autres incluent le reste du protocole (en particulier les solvants utilisés).

Une fois les indicateurs présentés, il est alors impératif de prendre du temps à les détailler (sur l'ibuprofène - culture sciences chimie, la synthèse de la chalcone, le viagra – Augé p 19 et 20 – qui est un excellent exemple avec beaucoup de données et le corrigé à la fin du livre !) Une fois des exemples traités, il est possible de dégager des tendances en terme de type de réactions vertes ou non (addition, élimination, substitution). Il est aussi possible de parler de la recristallisation pour faire un nouveau bilan lié à la chalcone.

C'est également l'occasion de montrer que le choix final correspond à un **compromis** entre des critères économiques, environnementaux et technologiques.

VI. Conclusion

Il n'y avait plus trop de temps mais c'est l'occasion de reprendre les douze principes de la chimie vertes qui en sont un peu le pilier fondateur pour insister.

VII. Questions

- Mécanisme de l'aldolisation crotonisation ;
- Principe de valorisation des déchets ;
- Proposition d'autres grandeurs permettant de quantifier l'aspect durable d'une synthèse ;
- Calcul d'incertitudes et lien entre incertitude-type/élargie, propagation ;
- exemples de solvants « verts » ;
- Réactions vertes ou non ;
- notion de phrase H et P (Hazard and Precautionary statements et pas Health & Protection comme j'ai pu le dire) ;
- Effet de la soude sur un ester (saponification) ;
- Signification de PA dans PA 11 (polyamide)
- Types de niveaux excités dans un micro-onde ;
- Gammes de longueur d'onde pour des vibrations ;

VIII. Au-delà

Il est aussi possible de parler de l'électrolyse du chlore vu qu'il y a des données industrielles dans un technique de l'ingénieur (J 6215) pour différents procédés utilisés ainsi qu'une courbe indiquant l'évolution de la quantité de mercure relâchée dans l'environnement au cours du temps.

Pour illustrer les données, il est possible d'utiliser un diagramme araignée cf Augé p 23.

Pour les principes, il est possible de les traiter et de montrer quels sont les domaines où il est possible de concentrer les efforts (cf lancaster p 4 avec un diagramme proche de celui qu'a fait Bastien).

Vu qu'il y a peu de sources et que le programme limite essentiellement à de l'étude de documents, il faut bien choisir vos sources et préparer la leçon pour l'étoffer.

La catalyse a été un peu mise en retrait, mais c'est un aspect essentiel qui est traité dans le programme de STL, il est possible d'aller plus loin en particulier le Augé (quand on aime, on ne compte pas...) qui présente plusieurs cycles catalytiques - mais on se chevauche alors avec la leçon du micro au macro – et c'est à réserver pour ceux qui maîtrisent le contenu.

Il y a beaucoup d'angles d'attaques et d'aspects mais qui vont très rapidement assez loin, c'est à vous de voir si vous voulez vous aventurer dans certains domaines (cycles de vie, catalyse, biomasse, réactions particulières, toxicité, etc). Il faut cependant veiller à donner de l'épaisseur à la leçon en ne la transformant pas trop en leçon de choses. C'est à mon avis le plus gros risque sur cette leçon où souvent la chimie et les vrais concepts sous-jacents sont justement très poussés car en lien direct avec l'innovation industrielle et la recherche très récente (c'est un domaine encore très jeune).

La biomasse peut être évoquée en intro ou en conclusion, tous comme les catalyseurs bio-inspirés (exemple de la nitrogénase qui fait à température ambiante et pression atmosphérique de manière quantitative ce qu'on fait à 400°C sous plusieurs bar avec un rendement de 20 % pour la formation d'ammoniac ... produit à 171 millions de tonnes).

À mon avis, si la chalcone est bien exploitée à fond, on peut se passer de faire d'autres expériences.