

LC12 : Chimie bio-inspirée

Éléments imposés : site actif, catalyse, synthèse totale

Niveau : fin L2, début L3

Prérequis : synthèse totale, complexes, catalyse

Bibliographie : Voet, Vollhardt, *Biomimétisme* Camborde, Clayden, *L'art d'imiter la nature* Mathieu, https://www.mediachimie.org/sites/default/files/Chimie%20et%20nature_139.pdf,

https://www.mediachimie.org/sites/default/files/Chimie%20et%20nature_101.pdf, TI PHA 2005

Introduction pédagogique :

Difficultés : Travaux récents, pour élèves mobilise connaissances en bio et en chimie

Choix : Parle que de métalloenzyme dans les catalyseurs, ne détaille pas cinétique

Introduction

Léonard de Vinci au XVIème siècle : « prenez vos leçons dans la nature, c'est là qu'est notre futur »

I. Les enjeux de la chimie bio-inspirée

La nature : plusieurs milliards d'années d'évolution → beaucoup de procédés très efficaces. En particulier innove, recycle, pas d'excès, utilise énergie solaire... Mathieu p.16

Définition biomimétisme (Wikipédia) : Le **biomimétisme** désigne un processus d'innovation et une ingénierie. Il s'inspire des formes, matières, propriétés, processus et fonctions du vivant.

Enjeux en chimie des matériaux : effet Lotus, détails et photos Camborde p.107

Enjeux en pharmacologie : copier les molécules qui ont des vertus curatives (exemples dans partie synthèse totale)

Enjeux en optimisation de procédés en chimie : copier la nature qui favorise des réactions chimiques → catalyse

II. La catalyse bio-inspirée

A. Les enzymes : des catalyseurs naturels

Contexte : enzymes ont plusieurs rôles dans le monde du vivant mais toujours catalyse une réaction. Exemple hydrogénase permet de produire H₂ à partir de H₂O, ce qui pourrait permettre à l'homme de former H₂ et de l'utiliser comme carburant, Camborde p.111

Enzyme : protéine dotée de propriétés catalytiques, elle peut stabiliser l'état de transition, ouvrir un chemin réactionnel alternatif ou déstabiliser l'état fondamental du substrat (Wikipedia)

Intéragit avec substrat par site actif (détailler spécificité du site actif par rapport au substrat si c'est l'élément imposé, stéréospécificité et spécificité géométrique Voet p.337)

Catalyse par métalloenzymes : les ions métalliques (site actif) participent en se liant au substrat.

Exemple : permettent ionisation de l'eau Voet p.377.

B. Application de la catalyse

On peut utiliser directement les enzymes (TP enzyme de carotte) mais pas bio-inspiration.

On peut aussi copier les enzymes en synthétisant des molécules semblables qui vont avoir les mêmes effets catalytiques.

Exemple : complexe bio-inspiré qui permet de copier hydrogénase, permet de stocker énergie sous forme chimique dans H₂. Permet de stocker en masse 3 fois plus d'énergie que essence, Camborde p.111, article mediachimie 139.

Copie le site actif : fer et nickel

Remplace ligand : cluster fer-soufre qui permettent transfert d'électrons par nanotubes de carbone.

III. Lien entre la chimie bio-inspirée et la synthèse totale

A. La synthèse totale bio-inspirée

Dans la Nature, beaucoup de molécules très grosses formées, en synthèse les chimistes auraient

besoin de beaucoup de produits et d'énergie. Idée de s'inspirer de comment la nature forme ces molécules pour les reproduire en synthèse.

TI PHA 2005: <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/chimie-verte-principes-reglementations-et-outils-d-evaluation-42490210/syntheses-totales-bio-inspirees-de-substances-naturelles-pha2005/> il a l'air d'être très bien mais on n'y a pas encore accès.

Sinon Clayden p.1370 mais pas très clair..

B. La synthèse totale : un outil pour la production de molécules bio-inspirée

Pour imiter les molécules présentes dans la nature, il faut souvent avoir recours à de longues synthèses → outils de la synthèse totale.

En particulier beaucoup de médicaments sont synthétisés à partir d'observation des vertues curatives de produits naturels.

Exemple : salbutamol → imite l'adrénaline (hormone naturelle secrétée par le cerveau face à un stress), mais ajoute un carbone pour éviter effets secondaires dangereux sur le coeur. Synthèse détaillée dans Clayden p.645

Autre exemple : Taxol (article mediachimie 101)

Ouverture : n'importe quel autre procédé bio-inspiré (Camborde)

ou gecko et adhésion par forces de VdW :

<http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/les-forces-de-van-der-waals-et-le-gecko>

Rq : rhodopsine cf Chimie3 p. 1046 : changement configuration avec photons, possibilité d'utilisation pour stockage informations