

Hydroformylation

Références

- [1] Document traduit de : *Green Chemistry : an introductory text*, Mike Lancaster, RSC Publishing, 2010.
[2] Document commercial Agrinova : <http://www.agrinova.qc.ca/index>

Données

Enthalpies standard de formation à 298 °C en $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (en phase gaz) :

monoxyde de carbone	-111
dioxyde de carbone	-394
eau	-242
méthane	-75

Les questions posées se réfèrent en partie au contenu des trois documents ci-dessous.

Document 1 : l'hydroformylation et la chimie verte [1]

L'hydroformylation est un procédé industriel important utilisant des catalyseurs rhodium/triphénylphosphine ou cobalt/triphénylphosphine. En général, les procédés utilisant du rhodium fonctionnent à température et pression plus basses et conduisent à des sélectivités légèrement meilleures.

L'hydroformylation du propène est un procédé industriel majeur qui utilise le gaz de synthèse potentiellement obtenu à partir d'une ressource renouvelable. Le produit, le butyraldéhyde, est un mélange d'isomères *n* et *iso* : l'isomère *n* est le produit souhaité, car il permet d'accéder au butanol et au 2-éthylhexanol. Le butanol est un solvant utilisé dans de nombreux procédés de traitement de surface et le 2-éthylhexanol est largement utilisé dans la production de plastifiants de type phtalates.

Document 2 : gaz de synthèse [2]

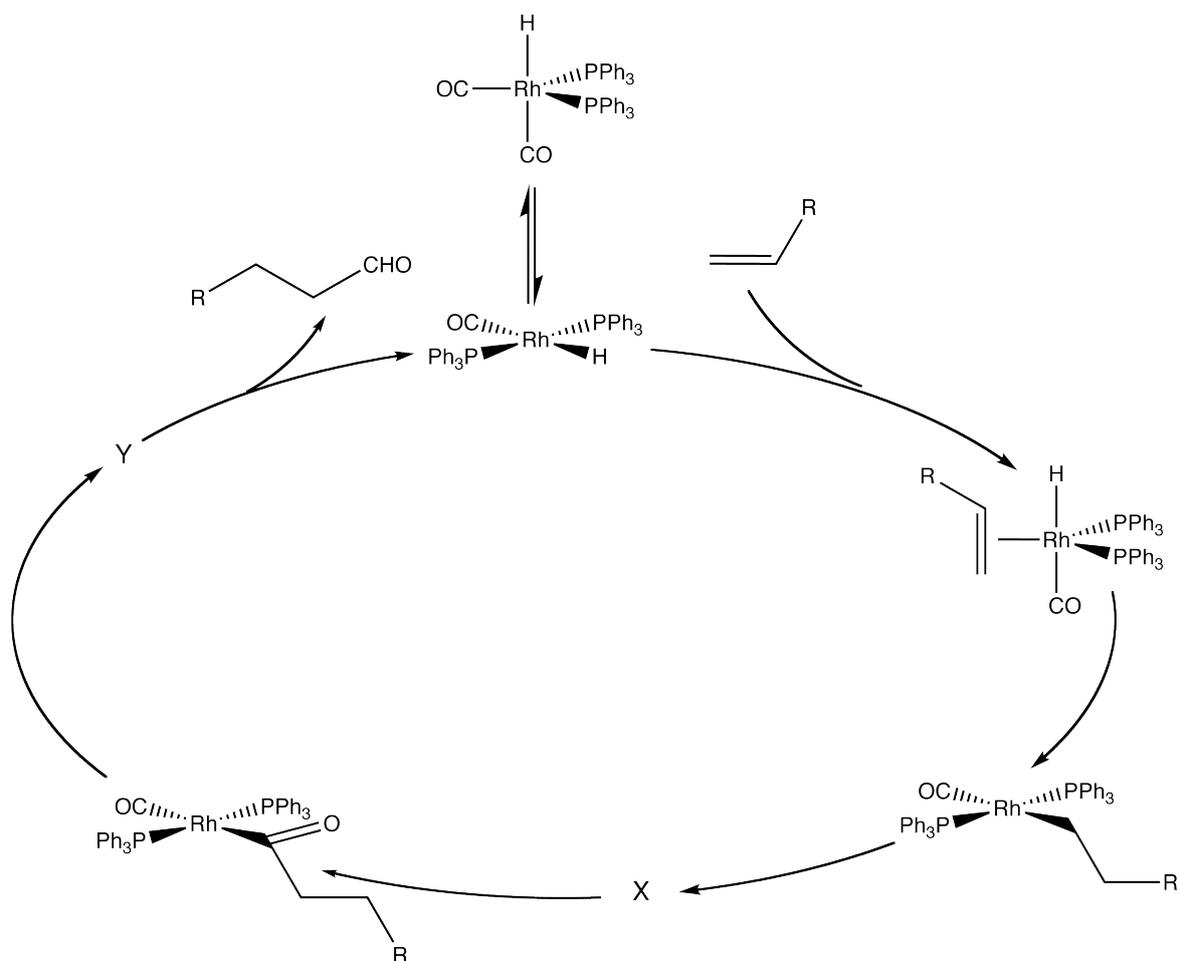
Le procédé de gazéification peut traiter toute matière carbonée comme les résidus d'exploitation forestière, les résidus agricoles, les déchets urbains ou industriels.

La gazéification permet de décomposer presque toutes les matières d'alimentation à base de carbone en ses éléments de base. Le processus consiste à chauffer la biomasse solide à des températures élevées (plus de 800 °C) dans un environnement partiellement privé d'oxygène afin de produire un gaz de synthèse de composition chimique homogène (en majeure partie du monoxyde de carbone et de l'hydrogène).

La gazéification à l'oxygène plutôt qu'à l'air permet d'obtenir un gaz de synthèse à plus forte densité énergétique ($10 - 18 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$ plutôt que $4 - 7 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$) qui convient mieux aux procédés subséquents de conversion.

Semblable au gaz naturel, mais avec un contenu calorifique plus faible, le gaz de synthèse peut directement servir de carburant dans une chaudière pour produire de la chaleur sans qu'un nettoyage ne soit nécessaire.

Document 3 : cycle catalytique (incomplet) de l'hydroformylation



1. Écrire l'équation de la réaction modélisant l'hydroformylation du propène.
2. Compléter le cycle catalytique en précisant, entre autres, la nature des différentes étapes.
3. Qui sont les isomères *n* et *iso* cités dans le document 1 ?
4. Comment transformer le butyraldéhyde en butanol et en 2-éthylhexanol ?
5. Les phtalates sont des additifs de nombreux polymères dont les risques pour la santé ont été identifiés depuis quelques années. Dans le cas cité dans le document 1, il s'agit du diester obtenu à partir du 2-éthylhexanol et de l'acide phtalique ou acide 1,2-benzènedicarboxylique. Proposer un mode opératoire permettant de réaliser cette transformation.
6. Quels intérêts et inconvénients voyez-vous à l'hydroformylation dans le cadre de la « chimie verte » ?
7. Comment séparer les constituants du mélange réactionnel en fin de réaction d'hydroformylation du propène ?
8. Expliquer et valider les affirmations de la phrase suivante : « La gazéification à l'oxygène plutôt qu'à l'air permet d'obtenir un gaz de synthèse à plus forte densité énergétique ($10-18\text{MJ}\cdot\text{m}^{-3}$ plutôt que $4-7\text{MJ}\cdot\text{m}^{-3}$) qui convient mieux aux procédés subséquents de conversion. »
9. Peut-on valider l'affirmation suivante : « Semblable au gaz naturel mais avec un contenu calorifique plus faible [...] » avec les données fournies ?