

L'ibuprofène, analgésique et anti-inflammatoire, est un médicament de grande consommation. Il peut être synthétisé selon deux voies de synthèse différentes : le procédé Boots et le procédé BHC.

En quoi la synthèse de l'ibuprofène par le procédé BHC, s'inscrit-elle dans le cadre d'une chimie durable ?

Le premier principe de la chimie durable est la prévention qui vise à réduire la production de déchets.

À ce titre le procédé BHC permet l'obtention de l'ibuprofène en trois étapes au lieu de six pour le procédé Boots : le rendement global du procédé BHC est donc de $0,90^3 = 0,73 = 73\%$ alors que celui du procédé Boots est de $0,90^6 = 0,53 = 53\%$.

En conséquence, le procédé BHC, dont le rendement global est supérieur, produit moins de déchets que le procédé Boots.

De plus, l'acide éthanóique CH_3COOH , seul résidu du procédé BHC est une espèce chimique valorisable puisque c'est un composé de base de l'industrie des peintures et adhésifs.

Le deuxième principe est l'économie d'atome qui cherche à maximiser le nombre de réactifs transformés en cours de synthèse.

Calculons l'utilisation atomique U.A. de chaque procédé :

$$\Rightarrow \text{U.A. (BHC)} = \frac{M(\text{produit désiré})}{\sum_i M(\text{réactifs } i)} \times 100\% = \frac{M(\text{ibuprofène})}{M(1) + M(2) + M(4) + M(6)} = \frac{206}{134 + 102 + 2 + 28} \times 100 = 77\%$$

Comme l'acide éthanóique, dans le procédé Boots, est récupéré et commercialisé, on peut même le considérer comme « produit désiré ». Le calcul de l'U.A. devient alors :

$$\text{U.A. (BHC)} = \frac{M(\text{produit désiré})}{\sum_i M(\text{réactifs } i)} \times 100\% = \frac{M(\text{ibuprofène}) + M(\text{acide éthanóique})}{M(1) + M(2) + M(4) + M(6)} = \frac{206 + 60}{134 + 102 + 2 + 28} \times 100 = 100\%$$

$$\Rightarrow \text{U.A. (Boots)} = \frac{M(\text{produit désiré})}{\sum_i M(\text{réactifs } i)} \times 100\% = \frac{206}{134 + 102 + 122,5 + 68 + 19 + 33 + 36} \times 100 = 40\%$$

Sans tenir compte du rendement, au plus 40 % en masse des atomes de réactifs sont incorporés dans le produit dans le cas du procédé Boots contre 100 % dans le cas du procédé BHC. 60 % constituent donc des déchets dans le cas du procédé Boots., déchets qu'il faudra séparer et retraiter.

L'U.A. est d'autant plus élevée que le procédé fait appel à des réactions d'additions (étape 2 du procédé BHC par exemple) plutôt qu'à des réactions de substitutions ou d'éliminations (étape 5 du procédé Boots).

Le troisième principe est l'utilisation d'étapes catalysées. La catalyse consiste à utiliser une espèce chimique qui accélère une réaction chimique sans en modifier le bilan. Elle permet notamment de réduire la consommation d'énergie (intérêt économique et environnemental), de diminuer la quantité de réactifs utilisés et d'augmenter la sélectivité des réactions.

Le procédé BHC est ainsi constitué de réactions catalysées contrairement au procédé Boots.

Ainsi, le procédé BHC respecte au moins trois des douze principes de la chimie durable : il utilise des réactions catalysées sur un procédé qui ne comporte que peu d'étapes, il s'inscrit dans une démarche d'économie d'atomes (UA plus élevée et réactions à bonne économie d'atome) par rapport au procédé Boots et produit ainsi moins de déchets, ces déchets étant de plus valorisables. Le procédé "vert" BHC n'est donc pas seulement un procédé moins polluant, il permet également au fabricant de réduire ses dépenses grâce à la diminution de la quantité de déchet (donc des frais de retraitement) et la diminution du nombre d'étapes qui entraîne une réduction des coûts de séparation et de purification, et d'autre part une augmentation de la capacité de production puisque la synthèse prend moins de temps.