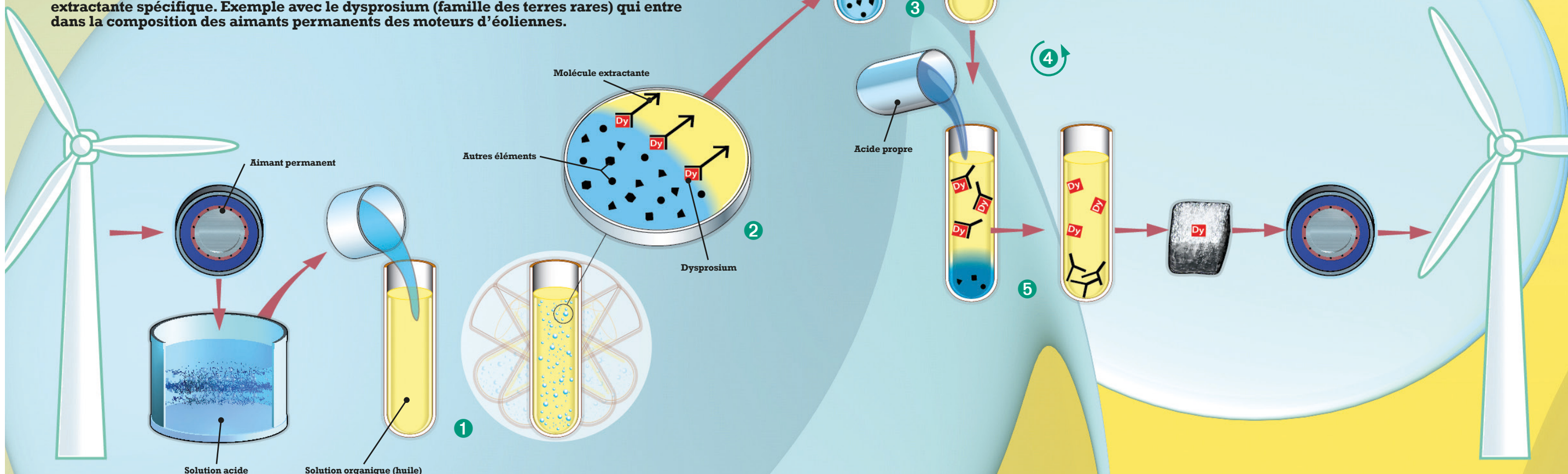


L'EXTRACTION LIQUIDE-LIQUIDE

L'extraction liquide-liquide est un procédé de chimie séparative. Elle permet de récupérer, avec une grande sélectivité, un élément chimique présent dans un mélange complexe ou un matériau, afin de le recycler. Après une dissolution préalable du matériau, elle consiste à séparer l'élément d'intérêt en le mettant en contact avec une molécule extractante spécifique. Exemple avec le dysprosium (famille des terres rares) qui entre dans la composition des aimants permanents des moteurs d'éoliennes.



Qu'est-ce qu'une molécule extractante ?
 Son rôle est d'interagir de façon très spécifique avec un élément chimique d'intérêt pour, par exemple, l'entraîner vers une solution organique. Pour cela, sa structure moléculaire présente un site actif, comme une cavité, ayant une grande affinité avec l'élément à extraire. Ce dernier va, de fait, venir s'y fixer. Afin que l'interaction soit optimale, l'élément doit avoir plus d'affinité avec la molécule extractante qu'avec les composants du mélange initial. Sa fixation doit aussi être réversible pour que la molécule puisse s'en décharger.

DISSOLUTION

L'aimant est broyé, démagnétisé, puis dissous dans de l'acide. Pour aboutir à sa dissolution complète, la réaction est optimisée et accélérée en jouant sur plusieurs paramètres : concentration et excès d'acide, température, agents catalyseurs. La solution acide obtenue contient l'ensemble des éléments chimiques de l'aimant, y compris le dysprosium à extraire.

SÉPARATION

- 1 Agitation**
 La solution acide est mise en contact avec une solution organique qui contient des molécules extractantes. Comme ces deux solutions sont « non miscibles » (ne se mélangent pas naturellement, comme l'huile et le vinaigre), elles sont agitées pour obtenir une émulsion (vinaigrette). Plus l'agitation est forte, plus les bulles de l'émulsion sont de petite taille, ce qui multiplie les zones de contact entre les deux solutions.
- 2 Extraction**
 Au niveau de chaque bulle, les molécules extractantes de la solution organique sont en contact avec la solution acide et vont sélectivement piéger et extraire le dysprosium. Celui-ci est ainsi transféré de la solution acide (qui s'appauvrit) à l'huile (qui s'enrichit). Les autres éléments, eux, restent dans la solution acide.
- 3 Décantation**
 L'émulsion est laissée au repos pour décanter : en l'absence d'agitation, la solution acide appauvrie et l'huile enrichie en dysprosium se séparent de nouveau. Elles peuvent alors être récupérées indépendamment.
- 4 Répétition**
 Ce procédé de séparation est répété plusieurs fois pour atteindre le taux de récupération souhaité, jusqu'à 99,99 %. À l'échelle industrielle, cela s'effectue soit en série avec des batteries de mélangeurs-décanteurs, soit en mode continu dans des colonnes pulsées.
- 5 Lavage et désextraction**
 L'huile enrichie est débarrassée de ses dernières impuretés dans une solution acide propre. Ensuite, elle est placée dans des conditions chimiques particulières pour déstabiliser le complexe formé par la molécule extractante et le dysprosium, et ainsi récupérer cet élément en phase aqueuse.

CONVERSION ET FABRICATION

Une fois séparé et purifié, le dysprosium est converti en solide par des procédés spécifiques de précipitation. Il peut alors être recyclé et utilisé pour fabriquer un nouvel aimant, dans une éolienne, ou une autre technologie.