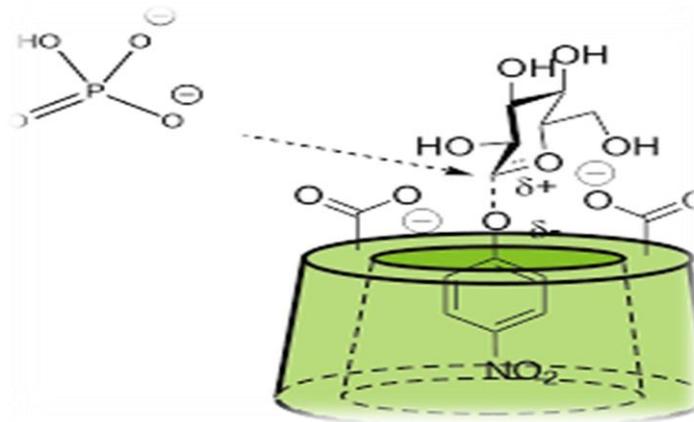




Université de RELIZANE  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département: Sciences biologiques



# Les enzymes artificielles



Dr Berzou

*Année universitaire : 2022/2023*

# 1. Définition

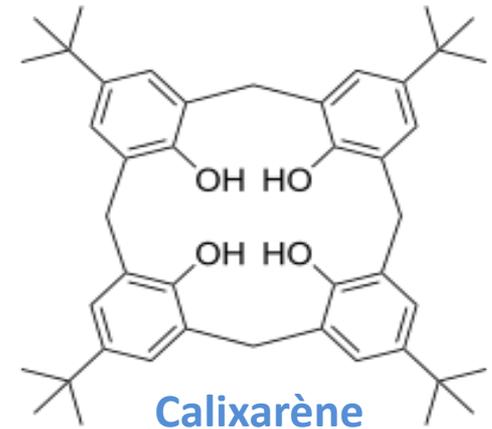
- Une enzyme artificielle est une molécule synthétique relativement petite créée pour imiter le site actif d'une enzyme naturelle.
- Elle est bâtie à partir d'une **molécule hôte** responsable de la **liaison sélective** avec le substrat, et à laquelle on ajoute des **groupes fonctionnels** pour obtenir une **activité catalytique**.
- Initialement, les molécules hôtes utilisées étaient essentiellement **des cyclodextrine**, des éther couronne ou **des calixarène**.
- Leur performances restent encore très en dessous des performances réalisées par les enzymes naturelles ( $\times 10^6$ ).
- Depuis, d'autres approches ont suivi telles que l'utilisation de peptides ou d'anticorps (**abzymes**).

## 1.1. Molécule hôte

- Entité moléculaire dont la structure présente des cavités capables d'inclure des molécules avec lesquelles elle peut former des complexes.

## 1.2. Un calixarène

- Est un macrocycle issu de la réaction d'un phénol et d'un aldéhyde.

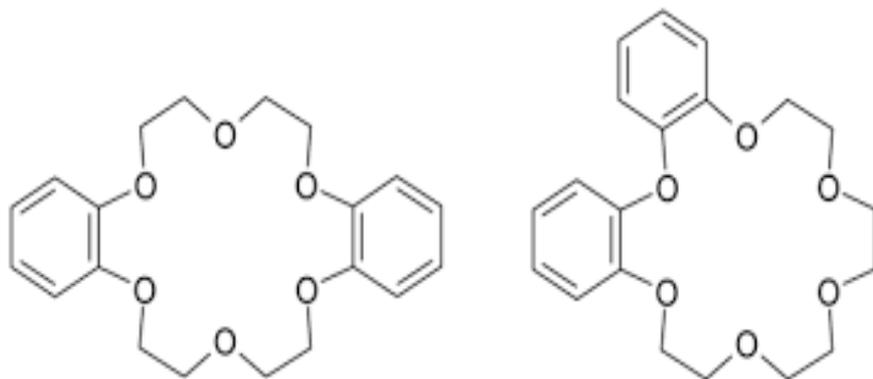


- Les calixarènes font l'objet de diverses applications dans l'industrie : utilisés dans le retraitement des déchets nucléaires pour leurs propriétés de complexants ainsi que dans l'environnement pour extraire certaines molécules indésirables ou pour neutraliser certains polluants.
- Une crème lavante décontaminante est utilisée, en cas d'incident, pour protéger les personnels travaillant dans les secteurs de l'industrie nucléaire.

## 1.3. Éther couronne

➤ Les macrocycle de type  $(-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-)_n$  dans lesquels  $n \geq 4$  sont généralement référés comme éthers couronnes plutôt que sous leurs noms systématiques.

➤ Ceci est dû au fait que les structures moléculaire formées lorsque les hétérocycle sont liés à des cations ressemblent à une couronne posée sur une tête.



Éther couronne

## 1.3. Abzymes

➤ Les anticorps catalytiques (aussi appelés abzymes) sont des anticorps capables de catalyser une réaction chimique. Ils sont normalement **produits artificiellement**. Par rapport à une enzyme normale, ils possèdent **une meilleure spécificité** par rapport au **substrat**. Un autre avantage est qu'ils peuvent être produits pour catalyser toute sorte de réactions, comme la réaction de Diels-Alder. Leur nom a été construit à partir des mots antibody (anticorps en anglais) et enzyme.

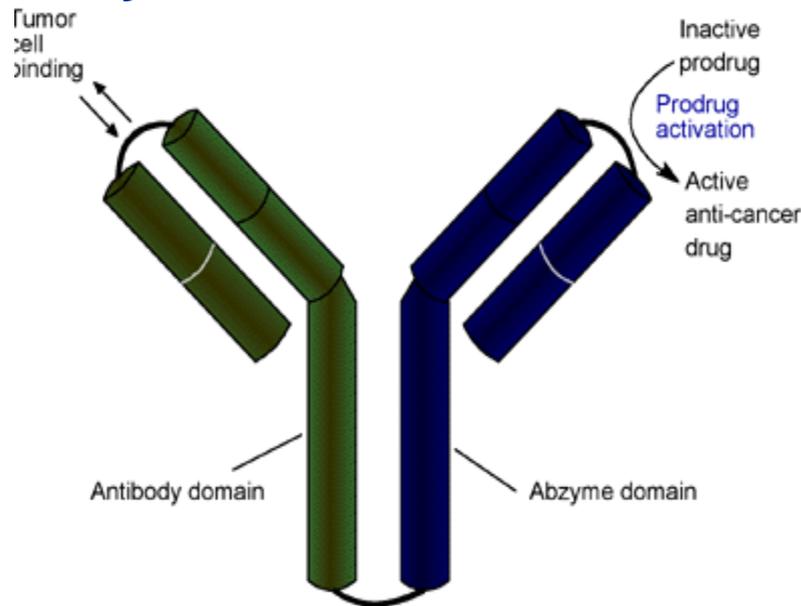
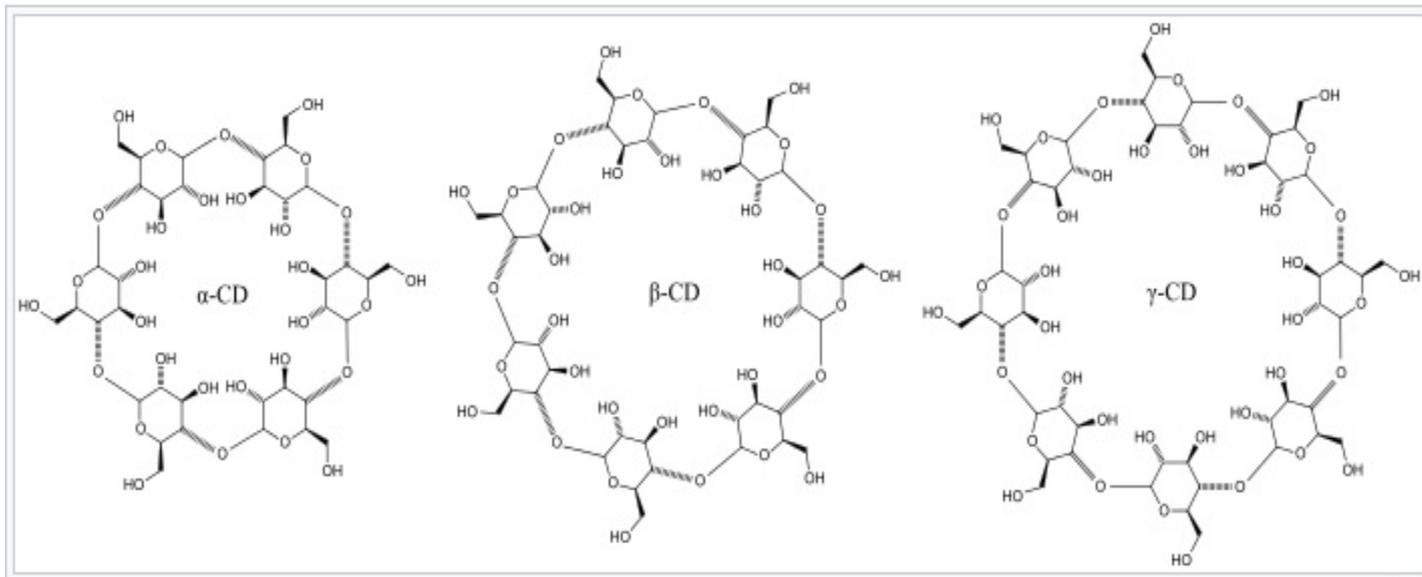


Fig.3. Abzyme anticancéreux ciblant les tumeurs

## 1.4. Cyclodextrines

- Les cyclodextrines sont des molécules cycliques naturelles constituées de sous-unités glucopyranose liées en  $\alpha$ -(1,4) (des oligosaccharides cycliques). Ces produits naturels provenant de la dégradation enzymatique de l'amidon par la bactérie *Bacillus macerans*, ont été découverts en 1891 par Villiers.
- Les trois cyclodextrines naturelles les plus courantes se composent de 6,7 ou 8 unités  $\alpha$  D-glucopyranose en configuration chaise reliées entre elles par des liaisons  $\alpha$ -(1,4). Elles sont dénommées respectivement  $\alpha$ -,  $\beta$ - et  $\gamma$ -cyclodextrine (figure 4).
- Des familles de plusieurs dizaines de sous-unités ont été synthétisées dans des buts de recherche.
- La cavité des cyclodextrines est tapissée de fonctions hydroxyles qui, selon le pH de la solution, peuvent être sous forme acide (OH) ou sous forme basique (O<sup>-</sup>). Il en résulte une potentialité de catalyse acido-basique assimilable à celle d'enzymes comme la ribonuléase et les protéases.



**Fig.4. Structure des  $\alpha$ -,  $\beta$ - et  $\gamma$ -cyclodextrines**

## 2. Cyclodextrines dans l'industrie

- La propriété d'inclusion des cyclodextrines, mise en évidence dans les années 1930 et largement acceptée à partir des années 1950, est à l'origine de la plupart des applications industrielles.
- Grâce à cette propriété, les cyclodextrines sont impliquées dans différents domaines industriels, tels que la pharmacie, la chimie analytique, l'environnement, la cosmétique, le textile, l'alimentation, etc....

## 2.1. Cyclodextrines dans domaine pharmaceutique

- Dans le domaine pharmaceutique les cyclodextrines sont généralement utilisées pour **améliorer la solubilité de médicaments**.
- En raison de **leur capacité à changer les propriétés des molécules** invitées par la formation d'un complexe d'inclusion, elles agissent généralement en tant que système **de transport de molécules bioactives** à travers les membranes biologiques.
- On les trouve aussi pour **le masquage des effets secondaires**, ainsi que **le stockage et l'absorption du médicament**, les cyclodextrines étant dégradables par une enzyme, l' $\alpha$ -amylase, provenant de micro-organismes de la flore intestinale.

## 2.2 Cyclodextrines dans domaine sciences environnementales

- Elles jouent un grand rôle dans les sciences environnementales, notamment pour la solubilisation de contaminants organiques, pour l'enrichissement et le déplacement des polluants organique et des métaux lourds du sol de l'eau et de l'atmosphère.
- Les cyclodextrines sont utilisés dans le traitement de l'eau afin d'éliminer les agents contaminants comme le phénol, le p-chlorophénol ou le benzène.
- Elles sont également présentes dans la formulation de certains pesticides.

## 2.3. Cyclodextrines dans domaine alimentaire

- Les cyclodextrines ont trouvé de nombreuses applications dans le domaine alimentaire, elles forment des complexes d'inclusion avec une variété de molécules comprenant des arômes, des graisses et des colorants.
- Elles sont utilisées pour masquer des composants indésirables, ou relarguer des constituants désirés tels que les arômes.

## 2.3. Cyclodextrines dans l'industrie cosmétique

- Ses principaux avantages sont **la stabilisation** et **le contrôle des odeurs**, **la diminution de la volatilité** des parfums et les procédés permettant d'augmenter la conversion d'une substance liquide à sa forme solide par précipitation du complexe d'inclusion.
- On peut les trouver dans les dentifrices, les crèmes corporelles, les adoucissants.

## 2.3. Cyclodextrines dans le finissage du textile

- Le « finissage » du textile est aussi un secteur où les cyclodextrines attirent l'attention.
- Elles peuvent être directement greffées sur les textiles dans le but toujours d'éliminer ou masquer des odeurs gênantes, comme la fumée de cigarette.
- Elles permettent aussi de renforcer la prise de colorants par le tissu afin de réduire la quantité de colorant perdue au lavage.
- Les cyclodextrines sont également très utilisées dans les techniques séparatives (HPLC, CPG) ou elles servent d'additifs dans les phases stationnaires ou mobiles pour améliorer les séparations.