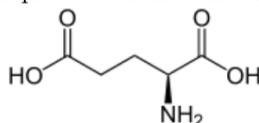


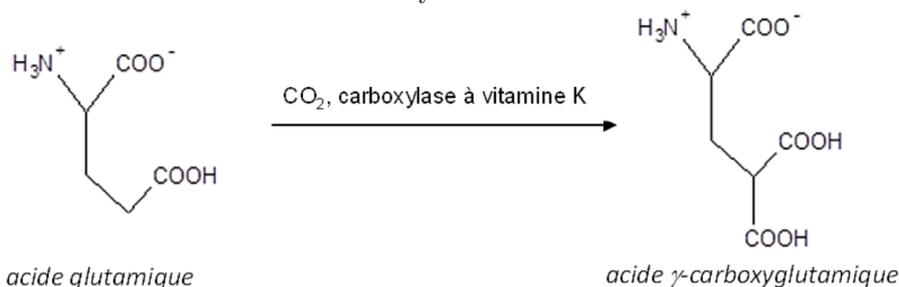
Résolution de problème

Document 1 : L'acide glutamique

Une des étapes importantes de la cascade réactionnelle conduisant à la coagulation sanguine est la carboxylation d'un résidu glutamique d'une protéine nommée préprothrombine, par une carboxylase à vitamine K. L'étude des caractéristiques de cette carboxylation est nécessaire pour la compréhension des processus de coagulation. Cette compréhension permet éventuellement ensuite de mettre au point des anti-coagulants anti-vitamine K. L'acide glutamique est l'acide α -aminé naturel de chaîne latérale $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$, contenu dans la préprothrombine. Sous forme solide, l'acide glutamique a la forme suivante :

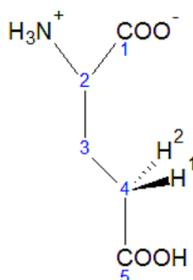


En solution, la molécule est sous la forme doublement ionisée (« zwitterion »). En présence de la carboxylase à vitamine K, le zwitterion subit la réaction de carboxylation suivante :



Document 2 : Étude stéréochimique expérimentale de la carboxylation

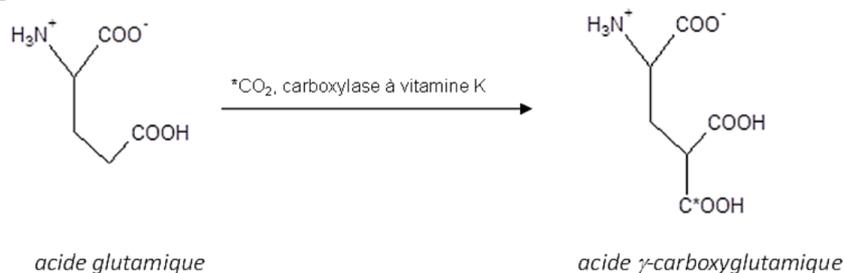
Première étude :



En remplaçant H^1 ou H^2 par un atome de fluor non réactif vis-à-vis de la carboxylation, on s'aperçoit que seul le dérivé fluoré de configuration (2S, 4R) pourra subir ultérieurement la carboxylation.

Seconde étude :

On réalise la carboxylation de l'acide glutamique avec du dioxyde de carbone marqué au carbone 13, repéré par un astérisque $^*\text{CO}_2$.



On obtient alors le stéréoisomère (2S,4S).

Expliciter la stéréochimie de la réaction de carboxylation, en précisant quel est l'hydrogène arraché lors de la réaction, et comment a lieu l'attaque du dioxyde de carbone.