

Rapport concernant le sujet d'écrit de biologie

Traiter un sujet de ce type nécessite à la fois :

- une construction de l'exposé dégageant les idées maîtresses, avec un plan structuré apparent et comportant une introduction et une conclusion,
- une analyse approfondie des figures,
- une intégration judicieuse de ces figures à la démarche synthétique,
- un apport complémentaire de connaissances pour les aspects du sujet que les figures ne permettent pas d'illustrer.

I. L'introduction

Elle implique une lecture attentive du sujet pour :

- en définir les termes (définition d'une protéine, de ses différents niveaux structuraux, des liaisons impliquées, définition d'un ligand) et les limites (par exemple, la synthèse d'une protéine n'a pas à être étudiée, ni la structure spatiale pour elle-même, mais son importance dans les interactions fonctionnelles avec les ligands) ;
- formuler une problématique (comment la structure spatiale d'une protéine lui permet-elle de fixer un ligand ? quels caractères présente cette fixation ? les propriétés de la protéine, du ligand, sont-elles modifiées par la fixation du ligand ? comment cette interaction entraîne-t-elle l'exercice de la fonction ?).

II. Développement du sujet et intégration des figures

Il s'agit d'une proposition de plan, tout autre plan intégrant les idées maîtresses énoncées ci-dessous étant également valable.

A) La structure spatiale d'une protéine définit un ou des site(s) permettant de fixer un ou des ligand(s)

1) De l'importance fonctionnelle de la structure spatiale de la protéine dans la formation des complexes protéine-ligands.

2) La construction d'un site stéréospécifique d'un ligand met en jeu la structure spatiale tertiaire voire quaternaire : méthodes d'étude (figure 4a), un exemple avec la structure tertiaire (figure 1a et b), un exemple avec la structure quaternaire (anticorps).

3) Les caractères de la fixation du ligand : stéréospécificité, affinité, réversibilité (figure 1b et 1a).

4) Un ou plusieurs sites pour accueillir un ou plusieurs ligands identiques ou pas : myoglobine, hémoglobine, enzyme monomérique ou oligomérique, NAChR (figure 4), anticorps.

B) L'interaction de la protéine avec le ligand modifie souvent la structure et les propriétés de la protéine

1) Adaptation du site actif induite par la fixation du substrat : exemple de l'hexokinase ou d'une autre enzyme.

2) Effet coopératif ou homotrope, dans le cas de protéines à structure quaternaire ayant plusieurs sites actifs : exemple de l'hémoglobine et de son interaction avec le dioxygène (figure 2).

3) La formation d'un complexe entre la protéine et un ligand secondaire peut modifier la liaison au ligand principal :

- inhibition compétitive pour une enzyme à structure tertiaire ;
- contrôle de l'affinité des protéines à structure quaternaire (figure 2).

C) L'interaction de la protéine avec son ligand principal déclenche l'exercice de la fonction

1) Dans le cas d'une protéine transporteuse, la fixation du ligand est réversible et le ligand est intact (donner des exemples).

2) Dans le cas des enzymes, le substrat est fixé puis transformé et l'enzyme est régénérée (figure 1).

3) Dans le cas des anticorps, il y a activation du complément ou phagocytose : le complexe antigène-anticorps est éliminé.

4) Dans le cas d'une interaction ligand informationnel-protéine réceptrice, il y a initiation de la transduction (figure 4 et autres exemples).

5) Dans le cas de l'expression de l'information génétique :

- interaction entre ADN et protéines (histones et non-histones) ;
- interaction entre protéine et protéine chaperon.

III) L'exploitation des figures proposées

Pour les différentes figures, nous indiquons ce qui était attendu :

Figure 1a

- légèrer la figure (collée ou jointe à la copie) pour dégager les éléments de structure protéique reconnaissables sur la reconstitution tridimensionnelle du protomère de la triose phosphate isomérase,
- dégager les notions de protéine globulaire, de cavité où se loge le substrat, de rapprochement de résidus éloignés dans la séquence (structure primaire).

Figure 1b

- légèrer la figure en indiquant la signification des pointillés : liaisons non covalentes (hydrogène et ionique),
- dégager la notion de site de liaison.

Figure 1c

- reconnaître le type de catalyse,
- dégager et discuter les notions de fractionnement des réactions biochimiques, d'intermédiaires réactionnels et de site catalytique.

Figure 1d

- évoquer les notions d'énergie d'activation, de réaction endergonique ou exergonique et le rôle des enzymes en comparant le profil réactionnel de l'enzyme normale et de l'enzyme mutée.

Figure 2

- repérer l'allure globale sigmoïde des courbes ce qui traduit un effet coopératif (homotrope),
- situer sur l'axe des abscisses les PO_2 au niveau des tissus et des poumons,
- légènder et évaluer les P_{50} ,
- comparer les deux courbes de saturation,
- interpréter les effets du CO_2 et des H^+ ,

Figure 3

- conclure sur le fait que toutes les insulines, quelle que soit l'espèce, se fixent avec la même affinité sur le récepteur, que les variations interspécifiques de la séquence n'affectent pas le site de liaison, et que les autres hormones néanmoins polypeptidiques ne se fixent pas sur le récepteur de l'insuline.

Figures 4a et 4b

- corréler les deux figures en discutant la technique utilisée pour élucider l'organisation spatiale des protéines transmembranaires et remarquer que les segments hydrophobes d'une vingtaine d'acides aminés correspondent aux hélices transmembranaires et les segments hydrophiles à des domaines extracellulaires ou intracellulaires,
- remarquer que les profils des différentes sous-unités sont très voisins ce qui pourrait indiquer qu'elles dérivent d'un gène ancestral commun par duplication.

Figure 4c

- discuter l'impact de la substitution d'une leucine (acide aminé hydrophobe) par la sérine (hydrophile) sur M2,
- figure 1 : remarquer que les courants enregistrés traduisent les flux d'ions et sont donc liés à l'ouverture du canal et conclure que toutes les mutations quelles qu'elles soient augmentent la sensibilité du canal et qu'elles ont de plus, un effet additif,
- figure 2 : remarquer que l'ouverture des deux récepteurs canaux est de type «tout ou rien» et que leurs conductances sont identiques mais que le récepteur muté est le plus souvent ouvert alors que le récepteur sauvage est le plus souvent fermé,
- conclure que la substitution affecte soit le domaine de fixation, soit le site de transduction en l'occurrence le canal ionique.

Figure 5

- expliquer la formation d'un précipité (formation d'un réseau antigène-anticorps ou complexe immun),
- proposer des hypothèses plausibles pour interpréter les formes des arcs (fusion, croisements, parallélisme),
- conclure qu'un même antigène peut présenter différents épitopes, chacun reconnu par un anticorps différent.

IV. La conclusion

Elle doit à la fois récapituler les idées essentielles et comporter une ouverture (utilisation expérimentale ou pharmaceutique des agonistes et des antagonistes, perspectives offertes par le génie génétique, protéine-prion, ...).

V. Quelques commentaires généraux

A) La forme

- l'exposé est pauvrement illustré (peu de schémas, peu d'exemples précis en dehors de ceux proposés par les figures),
- l'orthographe est trop souvent défectueuse, ce qui est regrettable pour de futurs enseignants ; certains termes du sujet tels que structure spatiale ou ligand sont même mal recopiés !
- la présentation est néanmoins souvent convenable.

B) Le fond

Le sujet a souvent été mal compris, fréquemment en raison d'une lecture peu attentive de son libellé conduisant à des hors-sujet et à des contresens (de nombreux candidats ont traité davantage de l'implication des protéines dans les grandes fonctions ou de la structure spatiale des protéines pour elle-même).

Nous déplorons des lacunes pour des connaissances pourtant élémentaires concernant :

- les différents niveaux de structure d'une protéine,
- les différentes liaisons,
- les concepts de site actif, de site de liaison, de site catalytique,
- la notion d'allostérie,
- la structure de l'hémoglobine (conformations R et T et mécanisme de la transition allostérique, action des effecteurs),
- les concepts de réversibilité et d'affinité,
- les conséquences de la fixation du ligand tant au niveau de la structure de la protéine que du déclenchement de l'effet biologique,
- les méthodes d'études (exemple patch-clamp, ...).

Enfin, de fréquentes erreurs sont rencontrées, par exemple :

- confusion entre cinétique et courbe de saturation (pour l'hémoglobine),
- emploi erroné du mot compétition (à propos de O_2 et CO_2 vis à vis de l'hémoglobine),

- analyse des expériences de compétition entre ligand radioactif et non radioactif pour leur fixation à une protéine.

C) Méthode

L'exploitation des documents se limite trop souvent à une simple description superficielle, paraphrasant la figure et non suivie d'interprétation.

Nous suggérons que certains documents (figures 1a et 1b par exemple) soient légendés et intégrés à l'exposé, collés par exemple ; d'autres, tels que les graphes, peuvent être complétés en y reportant des éléments caractéristiques (pour la figure 2 par exemple : situation des pressions partielles en O_2 au niveau des tissus et des poumons, situation des P_{50} ; pour la figure 4 : domaines hydrophiles et hydrophobes).

VI . L'évaluation

Pour un sujet de ce type, le barème se répartit de façon à peu près équitable entre la démarche synthétique et l'exploitation des figures proposées. Des points sont consacrés à l'intégration judicieuse de ces documents dans le raisonnement

Enfin, lorsque le fond est d'un niveau suffisant, des points sont attribués à des aspects de forme (expression, orthographe, qualité de l'illustration).