

# ÉPREUVE SCIENTIFIQUE À PARTIR D'UNE QUESTION DE SYNTHÈSE

5 000038

4B72-78  
*repère à reporter sur la copie*

**SESSION DE 2005**

**concours interne  
de recrutement de professeurs agrégés  
et concours d'accès à l'échelle de rémunération**

**section : sciences de la vie -  
sciences de la terre  
et de l'univers**

épreuve scientifique à partir d'une question de synthèse

**Durée : 5 heures**

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique est rigoureusement interdit.*

**Détection d'une erreur éventuelle par le candidat.**

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale très lisiblement dans sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

**LES COMMUNICATIONS INTERCELLULAIRES  
À L'INTÉRIEUR DE L'ORGANISME**

**N.B. :** *Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.*

## COMMENTAIRES GÉNÉRAUX DU JURY

Le sujet de synthèse proposé cette année était un sujet biologie invitant à réfléchir sur le thème des communications cellulaires. Un tel sujet demande de réinvestir de nombreux champs disciplinaires enseignés autant au niveau du lycée qu'à celui des classes préparatoires.

Plusieurs problèmes majeurs ont néanmoins été relevés par le jury cette année.

Une lecture trop rapide du sujet a souvent conduit les candidats à traiter le **rôle** des communications intercellulaires (dans la posture, l'homéostasie ...) et non leur **mécanisme**. Cette erreur tient essentiellement au fait que de trop nombreux candidats considèrent les mots clefs comme un prétexte à une restitution de connaissance, et non pas comme les bases d'une réflexion menée dans l'introduction et permettant de formuler un problème général. La problématique, bien que fréquemment posée en introduction, est donc malheureusement inadaptée au sujet. Il ne faut pas perdre de vue que l'objectif d'un devoir scientifique est d'apporter des explications plus que des descriptions. Pour être le plus précis possible, il est nécessaire de fournir des modèles à l'échelle cellulaire et moléculaire. Par exemple, dire "l'arrivée du potentiel d'action entraîne un flux de calcium" n'est qu'une observation. L'explication ne sera fournie que si l'on évoque les canaux calciques voltage-dépendants. Beaucoup de copies ne montrent jamais ce souci d'explication, se limitant à une succession de descriptions très frustrantes pour le jury.

Par ailleurs, on peut regretter la rareté des **quantifications** des objets et phénomènes, par exemple pour une synapse chimique, la précision de la taille de la fente synaptique et la valeur du délai. Également, peu de phénomènes sont d'abord démontrés avant d'être détaillés. La biologie est pourtant une science **expérimentale** : la connaissance des protocoles et des démarches historiques est indispensable à la compréhension et à la démonstration des phénomènes présentés.

### ANALYSE SCIENTIFIQUE DES COPIES

La qualité scientifique des copies a souvent été décevante. Le niveau d'ensemble est très faible, et ceci aussi bien pour les connaissances anciennes que pour les connaissances plus modernes bien rarement connues. L'état général des connaissances est toujours fragmentaire. Il n'a que trop rarement permis une synthèse correcte.

#### Introduction

Une approche simple du sujet permet de partir du vécu de chacun et de mettre en évidence un problème scientifique. Il peut paraître intéressant ici de partir d'observations simples, comme par exemple un réflexe de brûlure.

Une définition précise des termes du sujet permet de circonscrire le travail de la synthèse. Cela évite les oublis comme les hors sujet. Parmi les domaines trop rarement traités, on peut citer la biologie végétale (certains candidats allant même jusqu'à exclure sciemment les végétaux !), alors qu'une définition du mot organisme aurait conduit à envisager autant les animaux que les végétaux. Les hors sujets les plus fréquents ont été, outre les trop longs développements sur le rôle des communications (réflexes, boucles de régulation ...), les relations pollen-pistil (il s'agit d'une communication entre deux organismes différents) ou l'opéron lactose (c'est une communication intracellulaire).

Une communication doit être définie comme un transfert d'information. Ceci permet d'évincer les transferts de matière sans information, tels que les flux de glucose par exemple. De façon plus détaillée, elle se réalise *via* un **système de communication**, constitué des éléments suivants: émetteur, signal, canal de communication, centre de traitement, récepteur, décodeur, effecteur dont on doit rechercher les équivalents biologiques.

Cette approche préliminaire permet de dégager la problématique du sujet. Elle ne doit en aucun cas se limiter à reformuler le sujet à la forme interrogative. Pour la construire, on pouvait par exemple commencer par observer la diversité des systèmes de communication d'un organisme. La question de leur intérêt respectif appelait une étude précise de leurs mécanismes pour dégager ensuite leurs propriétés particulières. Ce sujet appelait donc une étude des messages et messagers, bien plus que du rôle physiologique des informations véhiculées.

L'annonce du fil directeur du plan permet au lecteur de la copie de connaître la motivation profonde du plan. Il ne s'agit en aucun cas d'une reprise *in extenso* des grands titres.

Le plan doit être personnel et doit permettre de dégager une réponse logique à la problématique du sujet. Il ne doit en aucun cas séparer la description des structures et celle de leur fonctionnement. Ce plan doit être sous-divisé de manière à permettre une progression de la réflexion. Chaque paragraphe est consacré à une étape du raisonnement et de l'étude. Plusieurs plans étaient possibles et acceptés s'ils mettaient en avant le mode de transmission d'information entre les cellules plutôt que la liste des différentes fonctions contrôlées par les différents systèmes de communication. On pouvait gagner du temps en remarquant que de nombreux mécanismes cellulaires étaient identiques entre les différents systèmes de communication. En ne les traitant que dans un seul paragraphe, tout en signalant ensuite que cela avait été fait plus haut dans le devoir, il devenait inutile de se répéter. Par exemple, l'exocytose du neurotransmetteur au niveau d'une membrane présynaptique est un mécanisme similaire à celui qu'on rencontre dans une cellule endocrine lorsqu'elle libère une hormone protéique.

## **Développement**

### Communication à courte distance

Lorsqu'ils ne se limitaient pas à l'étude d'une communication paracrine, les développements sur l'immunologie, souvent longs d'ailleurs, étaient hors sujet.

### Communication nerveuse

Les copies n'ont pas toujours insisté sur l'idée que, à la différence du système hormonal, les informations suivent un trajet déterminé par le câblage cellulaire. Malgré la distance, l'information arrive rapidement, sans perte en ligne.

Peut-être faut-il rappeler que la synapse n'est pas à envisager comme un défaut du système, qui ne ferait que ralentir la vitesse de circulation des messages. Son rôle intégrateur est fondamental, et n'a pas toujours été envisagé. Pour cela il est impératif d'aborder plusieurs types de neurotransmetteurs. Lorsque les canaux ioniques ont été signalés, peu d'informations ont été fournies sur leur structure et les bases de leur sensibilité au potentiel de membrane.

Les mécanismes à l'origine du potentiel de membrane sont d'ailleurs rarement connus. Plus grave encore, de fausses explications sont fréquentes. Nous rappèlerons que les milieux liquidiens intra- ou extracellulaires sont électriquement neutres, bien qu'ils n'aient pas les mêmes concentrations ioniques. Ce n'est donc pas l'explication du potentiel électrique ! Une différence de potentiel électrique transmembranaire est due à une inégale répartition **locale** des charges, liée donc à un inégal transfert des charges, qui a deux causes principales. Ces transferts inégaux se font soit par diffusion (canaux de fuite au potassium par exemple plus abondants que les canaux de fuite au sodium), soit par transport actif (par exemple, la pompe Na-K ATPase dont le bilan net est la sortie d'une charge positive). On n'oubliera pas que pendant la phase de repos, la membrane est à l'équilibre. Les transferts nets de charges sont nuls. Il faut également signaler que le terme "électronégatif" ne s'applique qu'aux atomes et aucunement à un compartiment cellulaire.

L'étude du potentiel d'action, puisqu'elle permet de comprendre comment la synapse est rendue fonctionnelle, était nécessaire dans ce sujet.

### Communication hormonale

Les notions de compétence cellulaire, tout comme la spécificité, sont rarement évoquées. Elle est pourtant nécessaire pour comprendre que seules certaines cellules répondent à un message qui circule cependant dans tout l'organisme par le biais d'un support aspécifique. Les notions de dilution, et de temps de demi-vie, sont rarement précisées. Cela entraîne pourtant une très faible concentration des messagers, qui impose du coup d'une part la très forte affinité des récepteurs, et, d'autre part, l'amplification du signal à chaque étape de la transduction (un messenger peut informer successivement plusieurs récepteurs, une enzyme membranaire peut produire plusieurs seconds messagers ...).

Il était inutile de multiplier les exemples d'hormones. En revanche, il fallait envisager le transport et la transduction d'une hormone hydrophile et d'une hydrophobe, car cela impose beaucoup de contraintes ou d'avantages, lors de ces étapes. On a malheureusement rarement lu quel était le système de codage du message hormonal (nature et concentration du messenger, associé au type de récepteur).

### Conclusion

Trop peu de candidats ont cherché à justifier la présence de deux systèmes de communication complémentaires dans l'organisme. La comparaison des systèmes de communication animaux et végétaux peut également être interprétée en termes de réponse à des problèmes différents, comme celui de la fixité du végétal qui exige moins de rapidité dans les réponses aux stimulations. Rappelons également qu'une conclusion élégante se termine par une **ouverture**. On pouvait évoquer la communication intracellulaire ou inter-organisme par exemple.

### FORME DES COPIES

La forme globale est le plus souvent satisfaisante, même si certaines copies sont inacceptables, surtout venant de candidats qui exercent déjà face à des élèves. Sont pris en compte dans la notation le soin de l'écriture et des schémas, ainsi que la qualité de l'orthographe.

Nous rappelons qu'une illustration correcte doit apporter une information scientifique précise. Un **titre précis, une légende fonctionnelle et une échelle** doivent permettre de répondre à cette attente.

Nous pouvons aussi encourager les candidats à privilégier les feutres fins de couleur, car le crayon papier, même s'il est bien entendu autorisé, donne trop souvent au schéma un aspect de brouillon, préjudiciable à la qualité attendue, tandis que les couleurs donnent plus de lisibilité.

Enfin, faut-il le rappeler, la taille des schémas montre l'importance que le candidat apporte à cet aspect de sa démonstration. **TOUT SCHEMA DOIT AU MINIMUM OCCUPER UN TIERS DE PAGE.**

Même s'il n'est pas impératif de le recopier en début de devoir, le plan doit être bien apparent pour permettre de bien présenter la démarche suivie.

Sur ce constat plutôt décevant, nous tenons à mettre en valeur **la qualité de certains devoirs**, qui témoignent d'un travail de fond de la part des candidats. Pour certains, les aspects les plus modernes de la physiologie végétale étaient connus. Cela démontre que l'une des clés de succès pour cette épreuve de synthèse réside dans **une remise à niveau des connaissances scientifiques**, et ceci dans TOUS les domaines du programme du concours.

## **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS POUR L'ÉPREUVE SCIENTIFIQUE A PARTIR D'UNE QUESTION DE SYNTHÈSE**

- Prendre **LE TEMPS DE LIRE LE SUJET**, ainsi que ses commentaires de manière calme et critique. Cette lecture conditionne dans une large proportion la qualité de la copie. Le candidat doit être attentif à la formulation du texte et en particulier, doit porter son attention sur :
  - les adjectifs et leurs accords ;
  - les articles et les prépositions ;
  - la ponctuation.
- Déterminer **LE SENS ET LES LIMITES DU SUJET**, en recherchant la définition de tous ses termes. Rechercher les problèmes qu'il soulève. Éviter, en cas d'ambiguïté, les interprétations trop restrictives, trop étroites (on pourrait alors vous reprocher de ne pas aborder certains aspects du sujet, pris en compte dans le barème).
- Recenser toutes **LES IDÉES ET CONNAISSANCES** se rapportant de près ou de loin au sujet. Classer ces idées, les associer en une ébauche de plan.
- Faire **UN TRI**, en fonction :
  - du temps disponible (supprimer certains arguments d'importance secondaire : il n'est pas possible de tout aborder si le sujet est très vaste) ;
  - de l'ébauche de plan (supprimer les arguments difficilement exploitables) ;
  - des connaissances du candidat.
- Prendre beaucoup de soin à rédiger **UNE INTRODUCTION COMPLÈTE** et à prévoir **UNE CONCLUSION**. Tous les aspects de l'introduction sont fondamentaux et conditionnent la suite. La conclusion doit être connue avant même la rédaction du devoir afin de posséder un fil conducteur et d'éviter les hors-sujets.
- Construire **LE PLAN**. Organiser les arguments en grands paragraphes en adoptant de préférence un plan biologique ou fonctionnel, qui doit éviter les répétitions. Fixer et noter le temps à consacrer à chacun d'eux. Prévoir le contenu et les subdivisions de chaque paragraphe.

Dans ce plan :

- 1- Dégager les IDÉES ESSENTIELLES ;
  - 2- Privilégier les PROBLÈMES BIOLOGIQUES ou les RELATIONS ENTRE STRUCTURES ET FONCTIONS ;
  - 3- Aborder les fonctions ou les activités biologiques à DIFFÉRENTS NIVEAUX D'ORGANISATION ;
  - 4- Partir d'EXEMPLES ou d'EXPÉRIENCES précis ;
  - 5- Respecter la démarche scientifique ;
  - 6- Après les exemples, ne pas oublier les généralisations.
- Le devoir doit être **CONVENABLEMENT ILLUSTRÉ**. Chaque grande idée doit être accompagnée d'une illustration.
- Les schémas sont destinés à illustrer les faits exposés. Ils doivent avoir une valeur explicative, être intégrés dans le texte.
  - Les schémas doivent posséder un titre précis (en particulier bien mentionner l'orientation des coupes : coupe transversale ou longitudinale, radiaire ou tangentielle...). **Un schéma sans titre et/ou sans légende n'a aucune valeur.**
  - Les schémas doivent être grands et enrichis de couleurs.
  - Certains schémas sont très appréciés :
    - les schémas FONCTIONNELS : ils comportent des flèches fonctionnelles de couleur dont la signification doit être clairement mentionnée ;
    - les schémas montrant des RELATIONS STRUCTURES - FONCTIONS : aux légendes structurales classiques sont associées des légendes fonctionnelles écrites avec une couleur différente ;
    - les schémas SYNTHÉTIQUES qui résument, sur une trame structurale simplifiée, une succession de mécanismes ou de réactions plus ou moins complexes.

## GRILLE DE CORRECTION DE L'ÉPREUVE SCIENTIFIQUE À PARTIR D'UNE QUESTION DE SYNTHÈSE

### Les communications intercellulaires à l'intérieur de l'organisme

<b>Conduite de l'exposé</b>	
Logique du plan, démarche globale, articulations, conclusions partielles, équilibre général ...	/5
Introduction : définitions (communication, organisme), problématique, annonce du fil directeur	/2
Conclusion : rapprochements entre les différents systèmes de communication, leur rôle dans l'organisme	/2
Soin général de la copie, orthographe, maîtrise de la syntaxe, qualité de l'illustration NB : ces 4 derniers points ne seront attribués que si le contenu scientifique atteint 13/45	/4
<b>Sous total :</b>	<b>/13</b>

<b>I- Communication chimique à courte distance</b>	
A. Démonstration expérimentale: exemple au choix (induction, interleukine ou neurocrinie)	/2
B. Modélisation généralisation (induction embry par ex.): schéma issu de la démonstration précédente avec émetteur, messenger, récepteur et transduction du messenger. Notions de paracrinie et d'autocrinie (les mécanismes de transduction ne sont pas attendus)	/3
C. Notion de compétence cellulaire (1 exemple est exigé sinon 0,5 pt maxi)	/1
D. Cas particulier des communications directes ç-ç sans utiliser les LEC (jonctions gap et plasmodesmes) ; un schéma fonctionnel est attendu	/2
<b>Sous total :</b>	<b>/8</b>

<b>II- Communication hormonale = communication chimique à grande distance utilisant la mobilité du milieu intérieur</b>	
<b>A. Chez les animaux</b>	
1. Démonstration expérimentale d'une communication chimique	/2
2. Synthèse suivie d'une sécrétion généralement asservie à un paramètre physiologique (1 ex)	/2
3. Pb de la solubilité des messagers dans le sang, de leur dégradation et de leur transport ; dilution, ordre de grandeur des concentrations plasmatiques, latence. (bonus "subliminal de 1 pt si systèmes porte évoqués)	/2
4. Diversité des modalités de transduction du message, et amplification associée. Différences entre hormones hydrophiles ou hydrophobes. 2 modèles complets sont attendus (transduction membranaire et récepteur intracellulaire)	/4
5. Spécificité, affinité, interaction ligand/récepteur	/1
Bilan : codage du message, non dirigé donc qui peut atteindre potentiellement toutes les cellules, donc importance de la compétence cellulaire	/1
<b>B. Chez les Végétaux</b>	
1. Approche expérimentale (par ex : découverte de l'auxine)	/2
2. Territoires variés et localisés	/1
3. Diversité des voies et moteurs de transport : sèves, transport polarisé à travers les cellules (ex. du trsp't basipète de l'auxine). Notions de symplasme et d'apoplasme	/3
4. Mode d'action, diversité des effets d'un même messenger (ex. des effets antagonistes selon la concentration)	/2
5. Diversité des messagers, notion de balance hormonale (1 exemple est attendu)	/2
Bilan : comparaison des notions d'hormone animale/végétale	/1

<b>C. Généralisation à la communication humorale</b> (CO <sub>2</sub> , pH, glucose chez les mammifères, saccharose chez les angiospermes)	/1
<b>Sous total :</b>	<b>/24</b>

<b>III- Communication nerveuse = utilisation d'un câblage cellulaire support d'une communication dirigée</b>	
A. Mesure et caractères d'un potentiel d'action : non sommable, tout ou rien, sans atténuation	/1
B. Voies de propagation, notion de câblage cellulaire	/1
C. Démonstration et interprétation moléculaire des flux ioniques responsables : patch clamp, effets des antagonistes (TTX, TEA ...), les trois états des canaux V-dépendants.	/2
C. Propagation d'un PA : théorie des courants locaux, rôle de la myéline, synapse électrique	/1
D. mise en évidence du délai	/0,5
temps de résidence (hydrolyse ou recapture du NT)	/0,5
événements présynaptiques	/1
événements postsynaptiques (1 modèle précis)	/1
diversité et quantification des NT	/1
modulation (1 exemple)	/0,5
schéma fonctionnel	/1,5
E. Intégration neuronale et genèse du PA sur le segment initial : propagation puis sommation des PPS	/2
<b>Sous total :</b>	<b>/13</b>

Total	<b>/ 58</b>
Note finale (total précédent /2) :	<b>/20</b>