

Corrigé du bac 2017 : SVT spécialité Série S – Centres Etrangers Afrique

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2017

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

SÉRIE S

Durée de l'épreuve : 3H30

Coefficient : 8

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé.

Partie I

La myasthénie

Après avoir décrit la réponse immunitaire aboutissant à la libération d'anticorps, expliquer comment la production d'anticorps spécifiques des récepteurs post-synaptiques rend difficile la contraction musculaire chez un patient atteint de myasthénie.

Lorsqu'un agent infectieux pénètre dans l'organisme et commence à s'y multiplier, on observe la mise en route très rapide de mécanismes de l'immunité innée. Les mécanismes de l'immunité adaptative font suite aux mécanismes de l'immunité innée, quand celle-ci a été insuffisante pour éliminer un agent infectieux. Mais il arrive que les cellules de l'immunité, les lymphocytes autoréactifs, n'aient pas été détruits ou inactivés, c'est-à-dire qu'ils restent dans l'organisme et s'attaquent aux cellules de l'organisme. C'est le cas de la myasthénie, où des anticorps spécifiques dirigés contre les récepteurs post-synaptiques de la synapse neuromusculaire rendent cette synapse inefficace et entraînent une faiblesse musculaire des membres.

Comment la réponse immunitaire aboutit-elle à la libération d'anticorps ? Et comment la production d'anticorps spécifiques rend difficile la contraction musculaire chez un patient atteint de myasthénie ?

Nous verrons tout d'abord la réponse immunitaire par voie humorale, qui est à l'origine de la production d'anticorps spécifiques, puis en quoi ces anticorps sont responsables de la myasthénie du patient.

1) La réponse immunitaire aboutissant à la libération d'anticorps

La contamination de l'organisme par un agent infectieux déclenche une réponse adaptative humorale. Les premiers anticorps apparaissent 5 jours après le contact avec l'agent infectieux.

Des cellules présentes dans l'organisme, les lymphocytes B (LB), possèdent sur leur membrane des anticorps (Ac) membranaires. Tous les Ac portés par un LB ont tous la même spécificité, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent reconnaître qu'un seul antigène.

Ainsi, les LB spécifiques se fixent sur l'antigène porté par l'agent infectieux par l'intermédiaire de leurs Ac membranaires spécifiques : cette étape est la sélection clonale.

Dans le même temps, il y a eu sélection clonale de lymphocytes T CD4 spécifiques de l'antigène par leur récepteur T. Ils ont été activés et ils sécrètent de l'interleukine. Cette molécule induit leur prolifération et leur différenciation en lymphocytes T auxiliaire : LTa.

L'expansion et la différenciation des LB :

Grâce à leur récepteur T, ces lymphocytes T auxiliaires peuvent interagir avec les LB qui exprime sur leur membrane un anticorps ayant reconnu spécifiquement un antigène de l'agent infectieux.

En effet, grâce à leurs anticorps membranaires, les LB phagocytent l'agent infectieux, puis expriment des antigènes de ce dernier associés aux molécules du CMH. Sous l'effet de l'interaction avec les LT auxiliaires et des interleukines sécrétées par ces derniers, les LB prolifèrent puis se différencient en plasmocytes, cellules sécrétrices d'anticorps. Ces anticorps libres sont spécifiques de l'antigène de l'agent infectieux qui a été à l'origine de la sélection clonale.

Il y a donc eu coopération entre les lymphocytes T et les lymphocytes B, afin que ceux-ci se différencient en plasmocytes sécréteurs d'anticorps.

Comment des anticorps peuvent-ils aboutir à une maladie comme la myasthénie ?

2) L'origine de la myasthénie

Des anticorps spécifiques des récepteurs post-synaptiques peuvent parfois être produits si les LB autoréactifs n'ont pas été éliminés lors de la maturation du système immunitaire. Ils ont reconnu les récepteurs post-synaptiques comme une molécule antigénique. Cette reconnaissance par les anticorps membranaires des LB a déclenché la réponse adaptative humorale. Les LB activés se sont ensuite différenciés en plasmocytes sécréteurs d'anticorps.

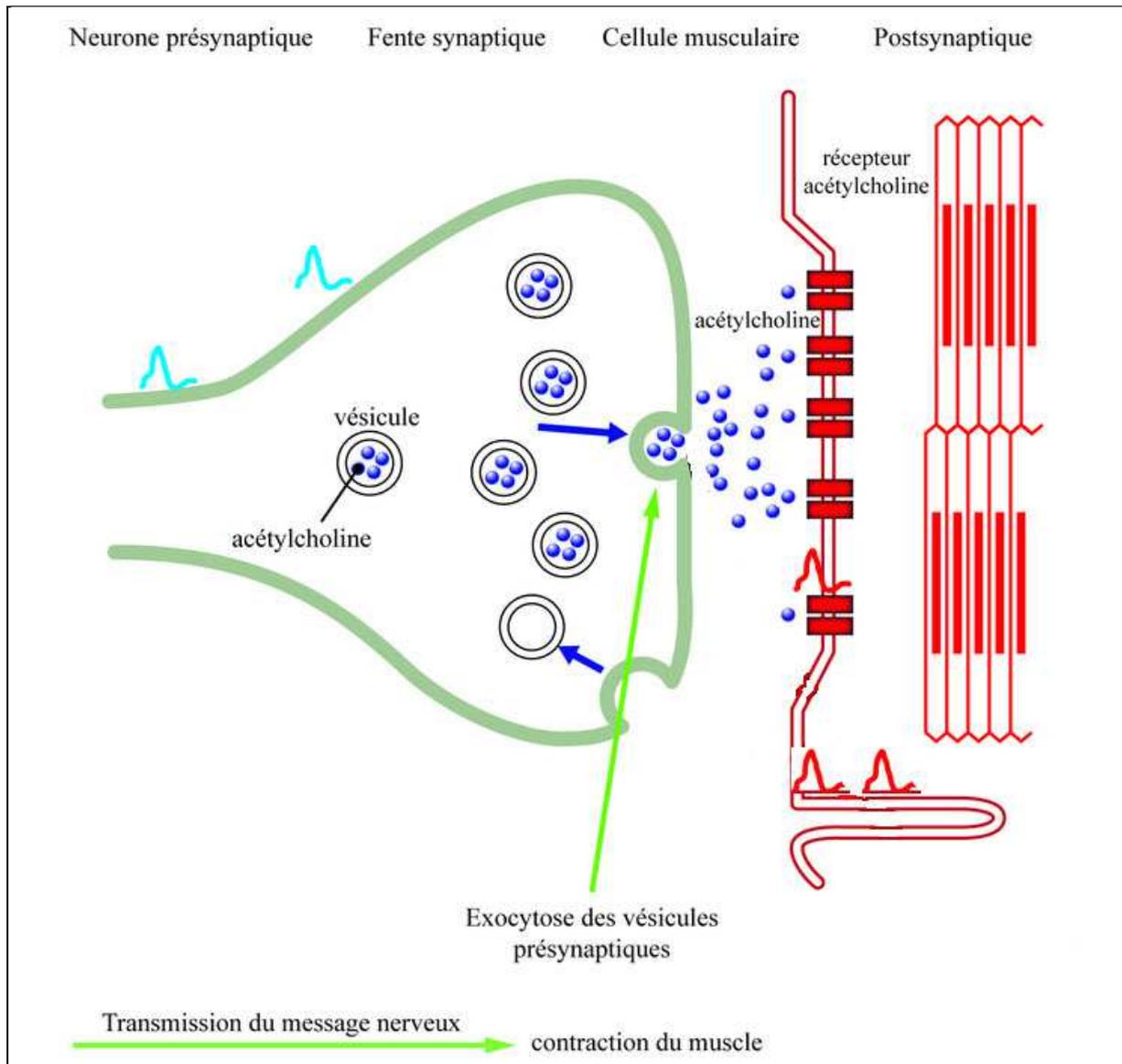
Comment fonctionne une synapse neuro-musculaire et comment fonctionne cette synapse chez un patient atteint de myasthénie ?

Au niveau de la synapse, la terminaison synaptique du motoneurone, le bouton synaptique contient des vésicules renfermant de l'acétylcholine. Cette molécule est un neuromédiateur.

L'arrivée d'un message nerveux au niveau du bouton synaptique provoque l'exocytose des vésicules, et donc la libération de l'acétylcholine dans la fente synaptique. La fixation du neuromédiateur sur son récepteur présent sur la membrane de la fibre musculaire entraîne une variation du potentiel de membrane de la fibre, ce qui déclenche un potentiel d'action musculaire à l'origine de la contraction de la fibre.

La quantité de neuromédiateur libérée est proportionnelle à la fréquence des potentiels d'actions arrivés au bouton synaptique.

Schéma de la synapse neuro-musculaire :



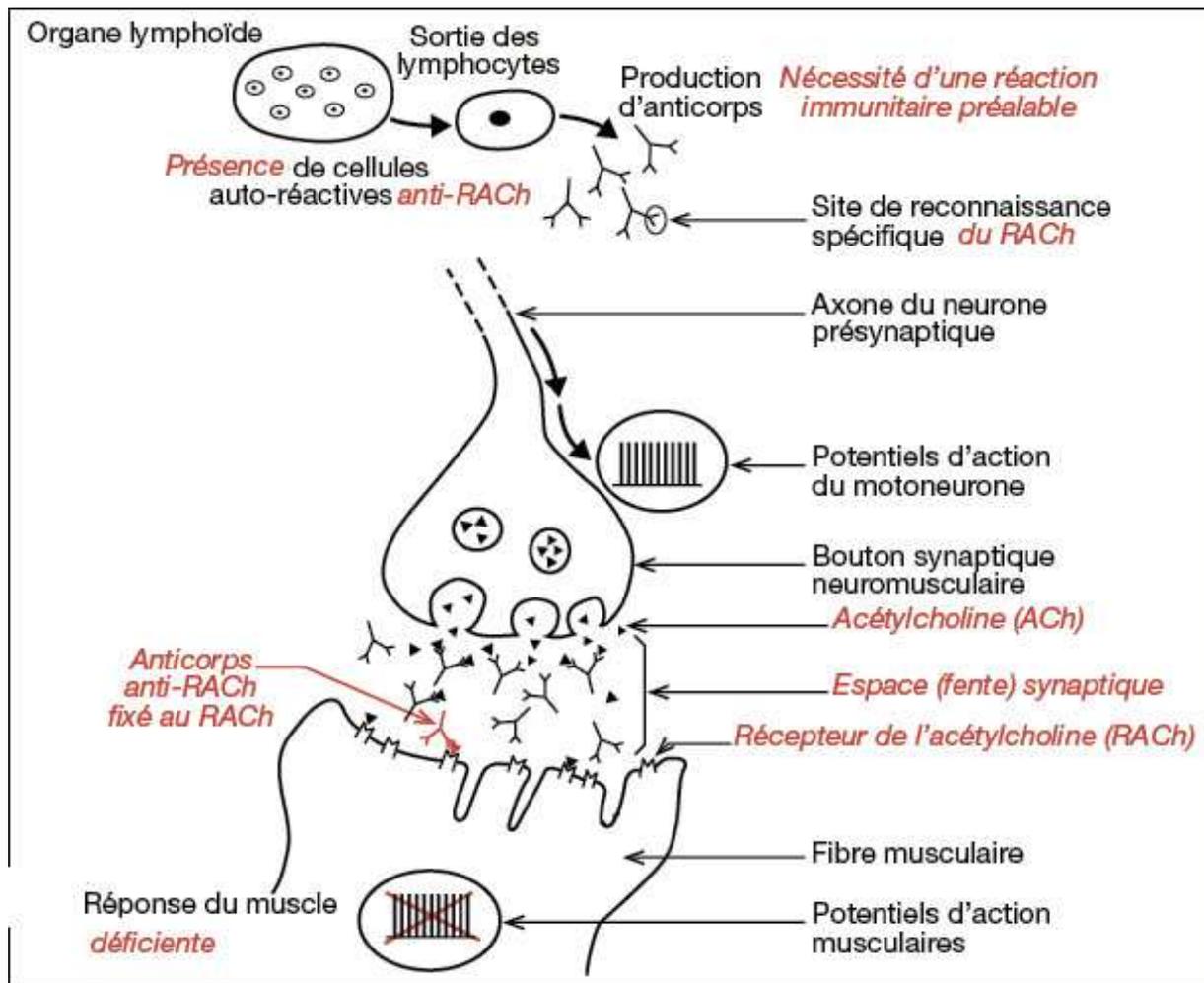
Que se passe-t-il dans le cas de la myasthénie ?

Schéma du fonctionnement de la synapse neuro-musculaire chez le patient myasthénique :

Légende :

ACh : acétylcholine

RACH : récepteur post-synaptique à acétylcholine



Une réaction immunitaire préalable a conduit à la production d'anticorps spécifiques des récepteurs à acétylcholine.

Les anticorps spécifiques se fixent sur ces récepteurs bloquant le site où doit se fixer l'acétylcholine. En conséquence, la fibre musculaire est moins stimulée et donc se contracte faiblement voire pas du tout.

Cette difficulté à la contraction est un des symptômes de la myasthénie.

En résumé la myasthénie de ce patient est due à une maladie auto-immune. L'organisme a produit des lymphocytes qui reconnaissent ses propres molécules et déclenchent une réponse adaptative en s'attaquant à ses propres cellules. Dans le cas de ce patient, il s'agit d'une réponse adaptative humorale. Il produit des anticorps qui bloquent la transmission synaptique au niveau des muscles en se fixant sur les récepteurs à acétylcholine.

Partie II : Exercice 1

La recherche de lumière chez les végétaux fixés.

1. Sous l'effet d'un éclairage unilatéral, la croissance d'un coléoptile est :

- plus importante du côté éclairé que du côté non éclairé.
- plus importante du côté non éclairé que du côté éclairé.**
- la même du côté éclairé que du côté non éclairé.
- nulle du côté éclairé.

Remarque : Attention à lire attentivement la question et les réponses proposées. En effet, la croissance du coléoptile a lieu des 2 côtés, mais elle est plus importante du côté non-éclairé car il y a davantage de distance à parcourir pour atteindre la lumière. Sur le doc 1, condition 2, on voit bien que la courbure de la zone A est plus large que la courbure de la zone B, donc la surface A est plus grande.

2. Sous l'effet d'un éclairage unilatéral, la concentration d'auxine dans un coléoptile est :

- plus forte du côté éclairé que du côté non éclairé.
- plus forte du côté non éclairé que du côté éclairé.**
- la même du côté éclairé que du côté non éclairé.
- nulle du côté éclairé.

3. L'auxine est une hormone végétale qui :

- provoque une multiplication du nombre de cellules d'un coléoptile.
- provoque un raccourcissement des cellules d'un coléoptile.
- provoque un allongement des cellules d'un coléoptile.**
- n'a aucun effet sur la longueur des cellules d'un coléoptile.

4. La croissance orientée d'un coléoptile s'explique par :

- un allongement plus important des cellules du côté éclairé et donc une courbure en direction de la lumière.
- un allongement plus important des cellules du côté éclairé et donc une courbure dans la direction opposée à la lumière.
- un allongement plus important des cellules du côté non éclairé et donc une courbure en direction de la lumière.**
- un allongement plus important des cellules du côté non éclairé et donc une courbure dans la direction opposée à la lumière.

Partie II : Exercice 2 (spé)

La transformation de l'atmosphère terrestre

L'atmosphère primitive s'est formée au tout début de la vie de la planète Terre, lors de son refroidissement par dégazage volcanique. Cette atmosphère s'est accumulée peu à peu, retenue par la gravité. Mais cette atmosphère était très différente de l'atmosphère actuelle. Elle était dépourvue de dioxygène, alors qu'aujourd'hui l'O₂ représente plus de 20% de sa composition. Sa composition a donc évolué au cours du temps.

Quels sont les évènements qui ont abouti à une atmosphère riche en dioxygène ?

A) Les évènements à l'origine du dioxygène

Doc 3 : les stromatolithes

Ce sont des formations calcaires marines d'origine biologique.

Une lame mince de stromatolithe fossile pris en Australie montre une structure en chapelet d'une centaine de microns, comme un chapelet de cellules.

Doc 4 : les cyanobactéries

Doc 4a : les cyanobactéries actuelles

Ce sont des organismes microscopiques procaryotes. La lame mince de cyanobactéries du genre Nostoc montre un chapelet de cellules qui ressemble à la photo de la structure observée dans les stromatolithes.

On peut donc faire l'hypothèse que les structures dans stromatolithes sont des cyanobactéries.

Doc 4a et 4b : métabolisme des cyanobactéries actuelles

Le cytoplasme des cyanobactéries contient des pigments chlorophylliens. Quand on cultive des cyanobactéries dans une enceinte fermée on observe :

- A l'obscurité : une baisse du taux de O₂ (il est donc consommé) et une hausse du taux de CO₂ (il est donc produit).
→ Ce sont les échanges gazeux de la respiration.
- A la lumière : le taux de O₂ augmente alors que celui de CO₂ diminue.
→ La cyanobactérie consomme du CO₂ et rejette O₂. Ce sont les échanges gazeux de la photosynthèse. La cyanobactérie grâce à ses pigments chlorophylliens est autotrophe.

Selon le principe de l'actualisme, on peut penser que les cyanobactéries fossiles fonctionnaient comme les espèces actuelles. Elles étaient donc autotrophes et rejetaient du dioxygène dans leur milieu de vie, à savoir l'océan. L'intensité de la photosynthèse est supérieure à celui de la respiration, le bilan gazeux est donc un rejet de O₂ dans le milieu.

Le document 3 indique que les plus anciens stromatolithes sont datés de 3.5 milliards d'années. On peut donc faire l'hypothèse que c'est l'apparition de cyanobactéries autotrophes qui sont à l'origine du dioxygène dans l'océan.

B) Le devenir du dioxygène rejeté par les cyanobactéries

Doc 1 : les formations sédimentaires d'oxyde de fer

Doc 1a : les paléosols rouges continentaux

L'altération des roches en surface des continents est à l'origine des sols. Cette altération se fait au contact de l'atmosphère.

Certains sols sont rouges. La couleur rouge provient de leur richesse en hématite, un minéral d'oxyde de fer Fe₂O₃. Le fer y est sous sa forme oxydée Fe³⁺.

En Afrique du Sud, on voit de grandes épaisseurs de roches sédimentaires continentales de couleur rouge, donc contenant de l'hématite.

Donc les sols rouges (ou les dépôts sédimentaires rouges) n'ont pu se former que si l'atmosphère est oxydante pour que le fer soit sous sa forme oxydée. A cette époque, l'atmosphère contenait donc du dioxygène.

Doc 1b : les fers rubanés BIF des formations océaniques

Ces B.I.F., comme ceux d'Afrique du Sud, sont des dépôts sédimentaires déposés sur les fonds océaniques. Ce sont des roches qui résultent de la précipitation du fer et de la silice qui étaient en solution dans l'eau de mer. Les B.I.F. sont des alternances de couches rouges contenant des oxydes de fer (hématite : Fe₂O₃) et des couches siliceuses. Le fer est donc sous sa forme oxydée, ce qui signifie que l'océan était oxydant, et donc qu'il contenait du dioxygène dissous au moment de la formation de ces roches.

Doc 1c : extension temporelle des formations de fer oxydé

Les fers rubanés se sont formés en milieu marin entre -3.8 Ga (visibles au Groenland) et -1.8 Ga.

En milieu continental, les plus anciens sols rouges sont datés de -2.2 Ga. Il s'en forme depuis en permanence. Les sols plus anciens sont dépourvus d'hématite, donc l'atmosphère n'était pas encore oxydante.

Par ailleurs, ils montrent un appauvrissement en fer qui est attribué au lessivage. Les roches contenaient donc du fer, mais celui-ci était lessivé et se retrouvait donc dans les océans. Il était donc soluble dans l'eau de pluie.

Doc 2 : les différentes formes ioniques du fer

Le fer est un élément important de la croûte terrestre puisqu'il représente 5% de la masse.

Le fer existe dans l'eau sous 2 formes ioniques : Fe^{2+} et Fe^{3+} .

L'expérience montre que si le milieu est oxydant, c'est-à-dire qu'il contient O_2 , le sulfate de fer contenant du fer Fe^{2+} , dissous dans l'eau et de couleur verdâtre, devient rouge et précipite.

Le fer Fe^{2+} a donc été oxydé en Fe^{3+} qui a formé de l'hématite et de l'hydroxyde de fer insolubles.

Mise en relation doc 1 et 2 :

On peut donc penser que le fer, au départ sous forme Fe^{2+} soluble dans l'océan, a été oxydé et a permis la formation d'hématite qui est à l'origine des R.I.F. L'océan contenait du fer, mais était aussi alimenté par le lessivage.

Cette oxydation consommait le dioxygène de l'océan.

C) Bilan chronologie des évènements

1. On a tout d'abord une atmosphère sans O_2 .
2. Il y a 3.5 Ga apparition d'espèces autotrophes marines comme les cyanobactéries : peu à peu le milieu océanique s'enrichit en O_2 et devient oxydant.
3. Oxydation du fer dissous en milieu marin : formation des fers rubanés. Cette oxydation consomme la totalité du dioxygène produit pendant presque 2 Ga. On a donc à ce moment-là un océan oxydant, mais l'atmosphère reste sans O_2 .
4. A partir de -2.2 Ga, une partie du dioxygène produit et rejeté dans l'océan sert à oxyder le fer restant dans l'océan, mais une partie de cet oxygène diffuse dans l'atmosphère : l'atmosphère contient du dioxygène et devient oxydante. A partir de ce moment-là, le fer des roches continentales est oxydé sur les continents, et donc moins de fer arrive par lessivage dans les océans. La formation de fers rubanés diminue, et celle de sol rouge augmente.

En conclusion, c'est donc l'apparition d'espèces autotrophes qui a permis la production de dioxygène, d'abord dans l'océan, puis dans l'atmosphère. C'est cette présence d'êtres vivants autotrophes qui explique que

l'atmosphère terrestre ait une composition différente des atmosphères des autres planètes.