Corrigé et barème – Cerveau et mouvement volontaire : un organe fragile

Neurones et cellules gliales ; aires motrices, somatotopie et controlatéralité ; voie motrice, motoneurone et unités motrices ; intégration des PPSE et des PPSI, sommations spatiale et temporelle ; plasticité cérébrale et récupération après un AVC ; neurotransmetteurs, molécules exogènes et comportements addictifs.

Durée : 120 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité SVT Terminale

Exercice 1 – Mobiliser ses connaissances : de la décision au geste ★★ *(6 pts)*

a) La **stimulation** d'un point du cortex, chez un patient éveillé, déclenche la contraction de muscles précis : la zone est motrice. Une **lésion** de cette zone paralyse une région précise : elle est nécessaire. L'**IRMf** montre, chez un sujet sain, les zones dont l'irrigation augmente pendant le geste. Ces méthodes localisent l'**aire motrice primaire** dans le **gyrus précentral**, en avant du sillon central ; le bras droit est commandé par l'hémisphère **gauche** (controlatéralité), dans la zone du bras, entre celles du tronc et de la main (somatotopie). (1,5)

b) Attendu : aire motrice primaire de l'hémisphère gauche ; neurone cortical dont l'axone descend dans le **faisceau pyramidal** ; **croisement** de la ligne médiane au niveau du **bulbe rachidien** ; trajet dans la substance blanche de la moitié droite de la moelle ; synapse sur un **motoneurone** de la corne ventrale droite (directement ou par un interneurone) ; axone du motoneurone jusqu'à plusieurs fibres du muscle (**unité motrice**) ; titre, flèches du sens du message, légendes. (1,5)

c) Les **astrocytes** relient les capillaires aux neurones, qu'ils approvisionnent, règlent leur milieu et recaptent une partie du glutamate ; les **oligodendrocytes** forment la myéline des axones, dont ceux du faisceau pyramidal, ce qui accélère la conduction ; la **microglie** défend le tissu nerveux et élimine les débris. Sans ces cellules, les neurones ne fonctionnent pas correctement. (1,5)

d) Les cartes motrices ne sont pas figées : la pratique répétée d'un geste précis remanie les réseaux de l'aire motrice (synapses créées, renforcées, élimination de celles qui ne servent pas, dendrites ramifiées). La zone qui commande les doigts de sa main droite s'est étendue : c'est la **plasticité cérébrale**, plus forte si l'apprentissage a commencé tôt, mais présente toute la vie. (1,5)

Attention — La main droite est commandée par l'hémisphère gauche, mais sous le bulbe le message descend déjà dans la moitié droite de la moelle : le schéma doit montrer le croisement au bon endroit.

Exercice 2 – Le motoneurone, un intégrateur ★★ *(6 pts)*

a) A : $-59{,}6-(-66)=$ **$+6{,}4$ mV** (PPSE) ; B : $-61{,}6-(-66)=$ **$+4{,}4$ mV** (PPSE) ; C : $-69{,}7-(-66)=$ **$-3{,}7$ mV** (PPSI). A et B sont des synapses **excitatrices**, C une synapse **inhibitrice**. (1,5)

b) Il faut 14 mV, car $-52+66=14$. A et B : $6{,}4+4{,}4=10{,}8$ mV ; $-66+10{,}8=-55{,}2$ mV : **pas de potentiel d'action**. A deux fois à 15 ms : le premier PPSE a disparu, pas de sommation temporelle ($-59{,}6$ mV au plus) : **pas de potentiel d'action**. (1,5)

c) Il reste les trois quarts du premier PPSE : $6{,}4\times3\div4=4{,}8$ mV. Sommations temporelle (A répété) et spatiale (A avec B) : $4{,}8+6{,}4+4{,}4=15{,}6$ mV ; $-66+15{,}6=-50{,}4$ mV, au-dessus de -52 mV : **potentiel d'action**. Avec C : $15{,}6-3{,}7=11{,}9$ mV ; $-66+11{,}9=-54{,}1$ mV, sous le seuil : **pas de potentiel d'action**, le PPSI bloque la décharge. (1,5)

d) Plus la somme dépasse le seuil au segment initial de l'axone, plus la **fréquence** des potentiels d'action est élevée ; la force augmente aussi par le **recrutement** d'autres unités motrices. Une fibre musculaire ne reçoit qu'**un seul motoneurone** : elle n'a pas de messages à additionner et se contracte à chaque potentiel d'action reçu. (1,5)

Méthode — Écart à combler (seuil − repos), amplitudes signées, somme algébrique, comparaison ; un PPSE qui a commencé à décroître ne compte plus en entier, et un PPSI oublié change la conclusion.

Exercice 3 – Alcool, synapses et commande du geste ★★★ *(8 pts)*

a) $(6{,}0-4{,}0)\div4{,}0=2{,}0\div4{,}0=0{,}5$: l'amplitude du PPSI augmente de **50 %**. L'éthanol renforce l'effet du GABA : plus d'ions chlorure entrent, le PPSI est plus ample et le neurone est éloigné de son seuil ; il réduit aussi l'action du glutamate, donc les PPSE. Plus d'inhibition, moins d'excitation : les neurones atteignent plus difficilement le seuil et émettent moins de potentiels d'action. L'éthanol ralentit l'activité nerveuse : c'est un **dépresseur**. (2)

b) Il faut 15 mV, car $-55+70=15$. Sans éthanol : $4\times5-4{,}0=16$ mV ; $-70+16=-54$ mV, au-dessus du seuil : **potentiel d'action**. Avec éthanol : $20-6{,}0=14$ mV ; $-70+14=-56$ mV, sous le seuil : **pas de potentiel d'action**. Si chaque PPSE ne vaut plus que $5\times0{,}9=4{,}5$ mV : $4\times4{,}5-6{,}0=12$ mV, soit -58 mV : le neurone est encore plus loin du seuil. L'éthanol empêche des messages de franchir ce relais : la sommation n'atteint plus le seuil. (2)

c) Il faut 15 mV. Sans éthanol : 3 PPSE donnent $15-4{,}0=11$ mV (non) ; 4 PPSE donnent $20-4{,}0=16$ mV (oui) : **4 PPSE**. Avec éthanol, chaque PPSE vaut 4,5 mV : 4 PPSE donnent $18-6{,}0=12$ mV (non) ; 5 PPSE donnent $22{,}5-6{,}0=16{,}5$ mV (oui) : **5 PPSE**, soit un de plus. À chaque relais de la voie motrice, il faut plus d'excitation pour atteindre le seuil : moins de messages passent et la commande du geste devient plus lente et moins précise. (2)

d) Une molécule légale, à dose modérée, modifie PPSE et PPSI à des synapses précises, donc la sommation et la commande des gestes ; répétée, elle remanie durablement les synapses et peut conduire à une addiction : le cerveau est un **organe fragile à préserver**. Deux comportements parmi : éviter les substances psychoactives, respecter la prescription des médicaments, dormir suffisamment, porter un casque, pratiquer une activité physique. (2)

Le point clé — Une molécule exogène n'agit pas « sur le cerveau » en général : elle modifie des PPSE ou des PPSI à des synapses précises, donc la sommation et la fréquence des potentiels d'action.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).