

## Sujet de révision complète

Ce sujet de révision nécessite d'avoir compris tout le programme, et fait appel à des notions des trois parties de ce dernier. Il est principalement composé de questions de réflexion, aussi pouvez-vous le faire avec votre cours. Il devrait vous prendre entre une et deux heures. N'hésitez pas à faire un brouillon pour rédiger clairement votre travail, les étapes de votre raisonnement doivent être apparentes dans votre rédaction. Lorsque cela vous semble utile, n'hésitez pas à réaliser des schémas.

Si des professeurs veulent l'utiliser, j'ajouterais qu'il est facile de le compléter en y rajoutant des questions de cours choisies dans les «colles» du manuel ou inventées.

### 1 - Mieux vaut tard... (7 pts)

En 1945, en participant aux combats qui ont accompagné la libération de Paris, un homme, Mr H., est blessé par balle. Il a la chance d'être convenablement soigné et guérit rapidement. En 2005, Mr H. est victime d'une infection lors d'un séjour à l'hôpital. Les médecins découvrent qu'elle est causée par une bactérie très fréquente, un staphylocoque. Pourtant, ils vont avoir une surprise: parmi les médicaments que prend Mr H., il y a un antibiotique, une pénicilline, qui n'a plus d'effets depuis longtemps sur les staphylocoques des hôpitaux (dès 1948, entre 65 et 85% des Staphylocoques découverts dans les hôpitaux résistaient déjà à l'action de cet antibiotique, qui les tuait tous quelques années auparavant). Pourtant, les Staphylocoques de Mr H sont détruits par cette molécule, et il guérit.

**11** (2 pts) - Proposez une hypothèse plausible expliquant pourquoi les Staphylocoques sont devenus, progressivement, résistants à l'action de la pénicilline.

**12** (4 pts) - Quelle peut être l'origine des bactéries qui ont infecté Mr. H en 2005? À partir de votre hypothèse, quelles suppositions pouvez-vous faire sur la présence de micro-organismes dans le corps humain et l'efficacité du système immunitaire?

**13** (1 pts) - Qu'est-ce qui a bien pu favoriser le déclenchement de l'infection dont a souffert Mr H. ?



### 2 - Pauvres diables (13 pts)

Le diable de Tasmanie (*Sarcophilus harrisii* - photo ci contre de M. Switzerland) est un marsupial carnivore, de la taille d'un chien, trapu et robuste. Il se nourrit en groupe, souvent d'animaux morts, brisant même les os grâce à ses puissantes mâchoires. A cette occasion, les animaux sont agressifs, et se mordent fréquemment à la tête.

Depuis 1996, une maladie, le DFTD (Devil Facial Tumour Disease) ravage la population de cet animal menacé: depuis son identification, elle aurait éliminé la moitié de la population de Diables. La maladie provoque un gonflement du museau et de la face, qui empêche de plus en plus l'animal de s'alimenter, ce qui l'affaiblit pendant quelques mois avant de le tuer.

**21** (6 pts) - L'observation des animaux a montré que la maladie se transmet entre eux lorsqu'ils se mordent. Pourtant, aucune bactérie ni aucun virus n'ont pu être identifiés comme responsables du DFTD. Des prélèvements réalisés sur les gonflements du museau des animaux malades ont permis d'identifier des cellules particulières: alors que le Diable de Tasmanie possède normalement 7 paires de chromosomes, ces cellules contiennent 16 chromosomes: les chromosomes sexuels sont absents, et quatre «nouveaux» chromosomes sont identifiés.

211) Traduisez le sens de l'expression DFTD - A quel type de maladies, caractérisées par des cellules anormales, fait-il allusion ? (1 pts).

212) Quel est le nom des changements subis par les cellules anormales du Diable ? (1 pts)

213) Expliquez pourquoi les changements observés peuvent être reliés à une modification du comportement reproductif des cellules. D'où peuvent bien provenir les quatre «nouveaux» chromosomes ? (3 pts)

214) Proposer une hypothèse plausible décrivant comment, sans bactéries ni virus, la maladie peut se transmettre d'un animal à l'autre. (1 pts)

**22** (4 pts) - La forte diminution des effectifs de l'espèce a amené les zoologistes à réaliser des transferts d'animaux sains en Australie, dans plusieurs «colonies» séparées entre lesquelles on ne fait pas circuler d'animaux sans imposer une quarantaine.

221 Après avoir rappelé le nom des méthodes permettant de lutter contre la propagation des maladies, vous expliquerez l'intérêt de déplacer les animaux hors de leur pays et de les maintenir en quarantaine. (2 pts)

222 Pourquoi est-il nécessaire, selon vous, de pratiquer à des échanges d'animaux entre des groupes différents ? (2 pts)

**23** (4 pts) Depuis que la maladie fait rage, les zoologistes ont observé une modification d'un des caractères de l'espèce: alors qu'auparavant les femelles se reproduisaient lorsqu'elles avaient atteint un âge compris entre 2 et 4 ans (dans son milieu, un Diable vit environ 6 ans), les femelles se reproduisent maintenant dès l'âge d'un an.

231) Expliquer pourquoi la notion de sélection naturelle permet de donner une explication à cet avancement de l'âge de reproduction des Diables de Tasmanie.

232) D'autres facteurs peuvent s'ajouter à l'action de la sélection naturelle, comme la quantité de nourriture disponible, par exemple. Expliquez comment ce facteur peut être lié au nouveau comportement reproductif des jeunes femelles.

Ci-contre : le Diable de Tasmanie représenté en 1863 par John Gould dans son livre *Mammals of Australia*, Vol. 1 Planche 52.



## Correction

### 1 - Mieux vaut tard... (7 pts)

**11** (2 pts) - Les Staphylocoques sont devenus, progressivement, résistants à l'action de la pénicilline, car cette molécule a réalisé une sélection parmi la population des bactéries. En effet, au début de son utilisation, mettons que seule une bactérie sur un million était, par hasard, résistante à l'antibiotique. Peu nombreuse, elle pouvait être «prise en charge» par notre système immunitaire, comme les autres. Ces bactéries résistantes restaient minoritaires. Mais lorsque la pénicilline a été utilisée à grande échelle, les bactéries sensibles sont mortes, laissant le champ libre aux bactéries résistantes qui ont pu se développer davantage, jusqu'à devenir majoritaire dans la population actuelle de Staphylocoques..

**12** (4 pts) - Comme les Staphylocoques qui ont infecté Mr H sont sensibles à la pénicilline, ils ne proviennent pas d'une souche actuelle, mais ancienne. On peut donc penser qu'ils ont pénétré dans son organisme en 1945, lors de sa blessure.

Cette origine signifie que ces bactéries se sont régulièrement reproduites dans le corps de Mr H., mais sans que leur nombre n'augmente trop (ce qui aurait déclenché une infection). On peut donc supposer que lorsque le système immunitaire lutte contre des bactéries, il n'est pas certain qu'ils les éliminent toutes: certaines peuvent rester «bloquées» dans l'organisme, comme emprisonnées par le système immunitaire, et demeurent vivantes sans constituer un danger pour l'organisme. Pour être efficace, le système immunitaire n'a donc pas absolument besoin de détruire tous les micro-organismes pathogènes: il peut aussi les contenir, les limiter jusqu'à ce qu'ils ne représentent plus aucun danger.

**13** (1 pts) - C'est là une question où il faut réfléchir un peu. Qui est Mr. H. ? Un combattant lors de la libération de Paris, en 1945. Même si l'on suppose qu'il était très jeune à l'époque, disons qu'il avait 15 ans, son infection de 2005 s'est déclenchée 60 ans plus tard, il avait donc au minimum 75 ans... Il est donc possible (attention, c'est une possibilité, une hypothèse, pas une certitude!) qu'en vieillissant le système immunitaire de Mr. H. ne se soit plus montré capable de contenir les descendants des Staphylocoques originels, qui se sont alors multipliés en déclenchant l'infection.

### 2 - Pauvres diables (13 pts)

**21** (6 pts) - L'observation des animaux a montré que la maladie se transmet entre eux lorsqu'ils se mordent. Pourtant, aucune bactérie ni aucun virus n'ont pu être identifiés comme responsables du DFTD. Des prélèvements réalisés sur les gonflements du museau des animaux malades ont permis d'identifier des cellules particulières: alors que le diable de Tasmanie possède normalement 7 paires de chromosomes, ces cellules contiennent 16 chromosomes: les chromosomes sexuels sont absents, et quatre «nouveaux» chromosomes sont identifiés.

211) L'expression DFTD (Devil Facial Tumour Disease) se traduit facilement. Devil = diable, facial garde son sens et son orthographe, Disease est un mot très fréquent, qui veut dire maladie. Et Tumour ? Ce mot signifie tumeur, ou lié aux tumeurs. Les tumeurs, c'est un mot désignant une des conséquences d'un cancer (1). L'expression signifie donc «Maladie tumorale faciale du Diable» et fait allusion à un cancer de la face chez ces animaux.

212) Les cellules anormales du Diable se caractérisent par des modifications de leur nombre de chromosomes: certains sont manquants (les chromosomes sexuels) alors que d'autres sont «en trop» (les 4 «nouveaux»). Ces changements au niveau des cellules sont des mutations.

213) Le nombre de chromosomes des cellules est modifié. Normalement, ce nombre reste le même, car avant division (donc reproduction) d'une cellule, les chromosomes se recopient puis se répartissent à l'identique entre les deux nouvelles cellules. Visiblement, ici, les cellules n'ont pas eu une répartition égale des chromosomes. On peut donc penser qu'il y a eu des «erreurs»:

- au cours de la «copie» des chromosomes (par exemple, les chromosomes sexuels n'ont pas été recopiés, et seule une des cellules fille en a hérité, pas l'autre)

- Au cours de la répartition des chromosomes (la séparation des chromatides peut ne pas s'être produite pour 4 chromosomes, qui sont restés liés à leur copie, ce qui aboutit dans une cellule à 4 chromosomes en trop. La cellule a qui il manquait 4 chromosomes n'a pu survivre, l'autre oui)

- en même temps, au cours de ces deux mécanismes reproductifs

Les 4 «nouveaux» (2) chromosomes peuvent donc provenir de la non-séparation de 4 chromosomes et de leur copie lors d'une division cellulaire. On peut aussi faire l'hypothèse qu'un ou plusieurs chromosomes se sont brisés en 4 fragments lors d'une division cellulaire ratée.

214) La transmission de cette maladie a posé problème, même aux scientifiques. C'est donc une question difficile où il faut faire preuve d'imagination et de logique (autrement dit, le début d'une démarche réellement scientifique).

Puisque ni virus ni bactéries ne passent d'un animal à l'autre et que la maladie est provoquée par des cellules anormales, nous avons plusieurs possibilités:

- soit il y a dans l'environnement des animaux un produit toxique qu'ils mangent (puisque la maladie se déclenche autour de leur bouche) ou avec lequel ils sont tous en contact. Ce produit perturberait la reproduction des cellules. (C'est logique, mais peu probable, en fait: la maladie se répand dans la population, alors qu'elle serait apparue «d'un coup» dans le cas d'une substance empoisonnée)
- soit les cellules malades elles-mêmes sont capables de voyager d'un animal à l'autre. Comment ? L'énoncé nous dit que les Diabes se mordent fréquemment. Comme les tumeurs se développent dans la bouche, il est très probable que lors d'une morsure des cellules anormales passent d'un animal à un autre. Les cellules anormales pourraient se retrouver dans la salive de l'animal qui mord, par exemple. De plus, les morsures permettent aux cellules de pénétrer sous la peau, et même de voyager dans le sang de l'animal mordu (cette hypothèse est renforcée par le fait que les tumeurs expédient justement des cellules baladeuses un peu partout dans l'organisme).

**22 (4 pts)** - La forte diminution des effectifs de l'espèce a amené les zoologistes à réaliser des transferts d'animaux sains en Australie, dans plusieurs «colonies» séparées entre lesquelles on ne fait pas circuler d'animaux sans imposer une quarantaine.

221 Les méthodes permettant de lutter contre la propagation des maladies constituent la prophylaxie. Déplacer les animaux hors de leur pays permet de les mettre à l'abri de tout contact avec d'autres Diabes malades, et permet de les protéger de la transmission de la maladie (il ne reste plus de Diabes en Australie). Les animaux qui doivent circuler entre les colonies sont soumis à une quarantaine (période d'isolation de quarante jours, à l'origine) afin d'être certain qu'ils ne sont pas touchés par le DFTD. Ce délai permet à la maladie de se développer et de devenir apparente.

222 Si les animaux restent isolés en petits groupes, ils vont se reproduire, forcément, à l'intérieur de ce petit groupe. Rapidement, tous les animaux vont se retrouver apparentés, et la reproduction en vase clos va avoir tendance à permettre que des gènes récessifs, ou à l'origine de maladies, se retrouvent en double exemplaire chez les animaux. Pour éviter cette consanguinité, les animaux venant d'autres groupes constituent une source de nouveaux allèles permettant à la population des Diabes de rester génétiquement diversifiée.

**23 (4 pts)** Modification d'un des caractères de l'espèce: alors qu'auparavant les femelles se reproduisaient lorsqu'elles avaient atteint un âge compris entre 2 et 4 ans (dans son milieu, un Diable vit environ 6 ans), les femelles se reproduisent maintenant dès l'âge d'un an.

231) Ce qu'il faut bien comprendre pour répondre à cette question est simple: plus une femelle est âgée et plus elle a de risque de mourir du DFTD. Comment agit alors la sélection naturelle sur une population de Diabes femelles ? La logique est analogue à celle de la question 11 sur les antibiotiques. Si dans une population il existe des femelles précoces, leur proportion ne va pas augmenter en temps normal, car rien ne les avantage. Par contre, si avec la maladie les femelles courent un risque important de mourir jeunes, alors ce sont majoritairement les femelles qui se reproduisent le plus tôt qui vont avoir le plus de petits. Rapidement, la caractéristique «reproduction précoce», qui était minoritaire, va devenir majoritaire dans la population, car les femelles qui se reproduisent tardivement meurent avant d'avoir pu le faire.

232) Si les adultes meurent davantage (3) à cause du DFTD, il y a davantage de nourriture pour les jeunes. Ces derniers étant mieux nourris, leur croissance est plus rapide et l'âge de la reproduction pourrait s'en retrouver abaissé d'autant (4).

1 - Si vous ne le saviez pas, soit vous n'avez pas lu le dernier chapitre, soit l'exemple des cancers n'a pas été vu en cours, ce qui est possible, mais qui n'est pas une excuse. En effet, ce mot fait partie du langage courant, vous l'avez déjà entendu, et en plus vous disposez de ce volumineux ouvrage poussiéreux qu'on appelle un dictionnaire...

2 - Comme ces chromosomes sont en fait soit des copies soit des morceaux des anciens, j'ai fait exprès de mettre le mot nouveau entre guillemets.... Oui, c'était un indice.

3 - Les animaux se contaminant lors de leurs morsures, plus un animal est vieux et plus il court de risque d'avoir été contaminé, puisqu'il aura été davantage mordu, et par des individus différents, qu'un jeune.

4 - Cet effet existe aussi chez les humains: on a ainsi constaté que dans les pays où la nourriture est abondante, l'âge de la puberté recule chez les jeunes filles par rapport aux pays où l'alimentation est insuffisante en quantité ou qualité.

Vous allez me dire «objection votre honneur! je ne pouvais pas deviner cet effet de l'alimentation sur la reproduction!» Et là, je vais vous dire de retourner dans votre cour de quatrième, au chapitre «reproduction et milieu de vie», où le lien entre nourriture et reproduction a du être bien établi, mais certainement oublié depuis... Objection rejetée !