

SVT, EPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS
BIOLOGIE

Durée : 2 heures

L'usage d'abaques, de tables, de calculatrice et de tout instrument électronique susceptible de permettre au candidat d'accéder à des données et de les traiter par les moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve : pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve. En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le chef de centre qui vérifiera et éventuellement remplacera son sujet.

Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes

- Vous répondrez aux questions posées en construisant méthodiquement votre argumentation sur l'analyse des documents proposés et sur vos connaissances et en adéquation avec les **consignes explicites** propres à chaque question. Les réponses seront **précises, concises et structurées**.

- Le sujet comporte **2 thèmes indépendants**. Un **schéma bilan** est demandé en **fin de thème 1**. Le thème 2 est composé de 3 parties **indépendantes**.

- Aucune introduction, ni conclusion ne sont demandées.

Les barres verticales sur les graphes et histogrammes représentent l'écart type ou l'erreur standard à la moyenne. On admettra que les résultats sont différents si les barres d'erreurs ne se chevauchent pas.

Références bibliographiques

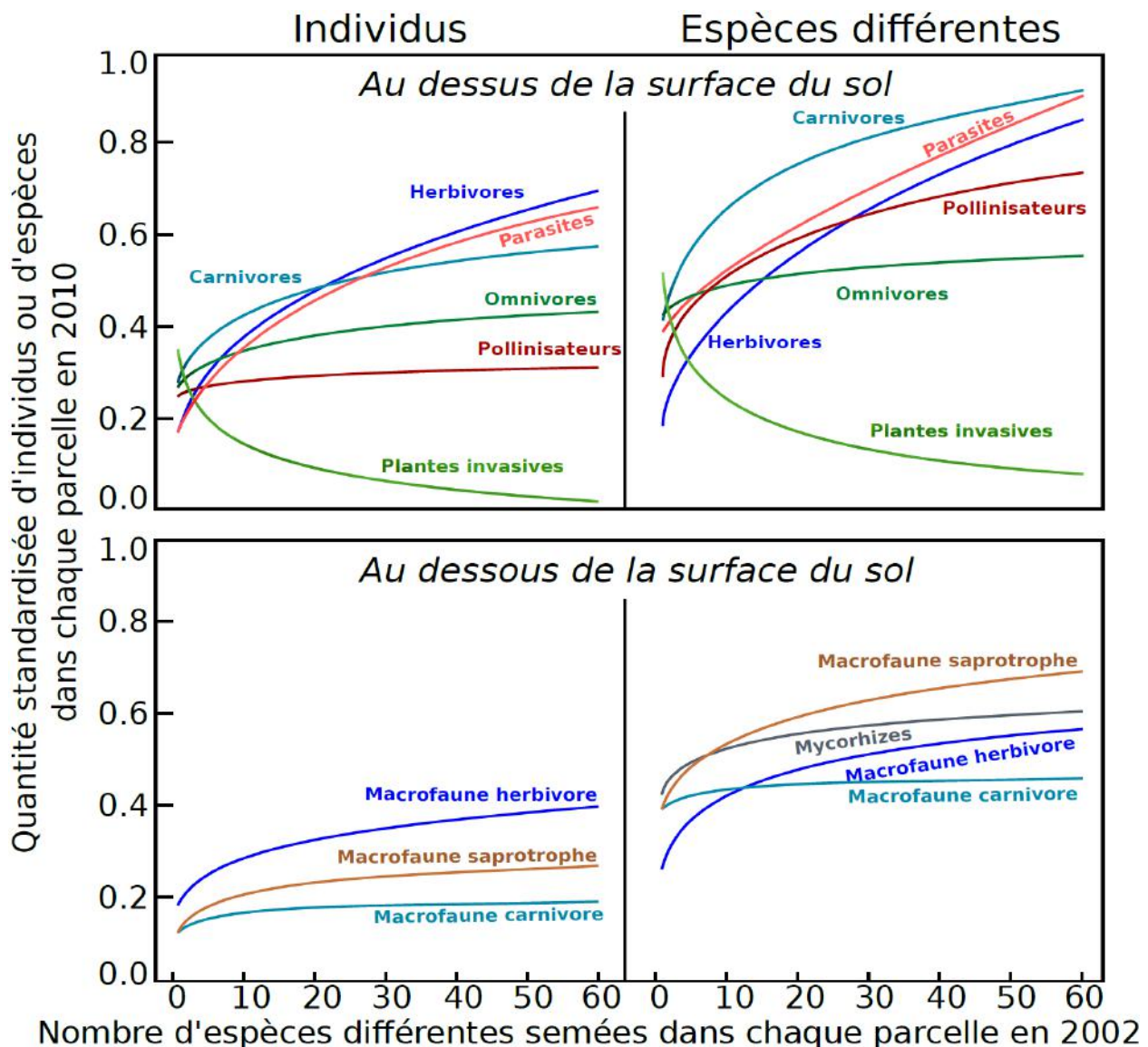
Wilson A. M et *al.* (2018) Nature **554** (183)
Scherber C. et *al.* (2010) Nature **468** (553)
Fryxell J. M. et *al.* (2007) Nature **449** (1041)
Sinclair A. R. E. et *al.* (2003) Nature **425** (288)
Wildt D.E. et *al.* (1987) Nature **329** (328)

Thème 1 : Biodiversité des producteurs primaires et fonctionnement de l'écosystème prairial

Des variations dans la **diversité des producteurs primaires** modifient le **fonctionnement** d'un écosystème. C'est ce que l'on veut montrer à l'aide du protocole suivant, mis en place en Allemagne en 2002 dans un champ découpé en parcelles.

- Des quantités identiques de graines sont plantées dans chaque parcelle. D'une parcelle à l'autre, **le nombre d'espèces végétales différentes** dont les graines sont semées varie de 1 à 60. Cela signifie que dans certaines parcelles, toutes les graines semées appartiennent à une seule et même espèce. Dans d'autres parcelles, les graines semées représentent jusqu'à 60 espèces différentes. Ces graines appartiennent toutes à des familles d'Angiospermes courantes dans les écosystèmes prairiaux, dont beaucoup de Poacées.
- Ces parcelles sont réparties aléatoirement dans le champ et cultivées de manière strictement identique (arrosage, tonte...) pendant 8 ans, de 2002 à 2010.
- En 2010, tous les individus vivant dans chaque parcelle sont dénombrés et classés selon différents critères fonctionnels. Le nombre d'espèces différentes recensées dans chaque parcelle est également établi. Ces mesures sont réalisées au-dessus et au-dessous de la surface du sol, puis modélisées et standardisées sur une échelle allant de 0 à 1. Dans cette échelle, un résultat proche de 0 signifie que l'abondance des individus ou la diversité des espèces est très faible. Un résultat proche de 1 signifie que l'abondance ou la diversité des espèces est très forte.

Document 1 : Résultats modélisés et standardisés des mesures des quantités d'individus et d'espèces différentes vivant dans chaque parcelle en 2010, en fonction de la biodiversité des producteurs primaires (c'est-à-dire du nombre d'espèces différentes parmi les graines semées dans chaque parcelle en 2002), au-dessus et au-dessous de la surface du sol.



Question 1 :

1a. Identifiez deux groupes d'organismes pour qui la biodiversité des producteurs primaires a un effet bénéfique particulièrement fort sur l'abondance des individus ou des espèces. Formulez une hypothèse expliquant cet effet fort et positif, pour chacun des deux groupes choisis.

1b. Identifiez un groupe d'organismes pour qui la biodiversité des producteurs primaires a un effet néfaste sur l'abondance des individus ou des espèces. Formulez une hypothèse expliquant cet effet négatif.

1c. Enfin, en une demie page **maximum**, interprétez les autres résultats présentés dans le document 1.

Document 2 :

Pour chaque groupe d'organismes, les résultats présentés dans le document 1 sont modélisés par une équation de type :

$$y = a + b.S^z$$

avec y : quantité standardisée d'individus ou d'espèces différentes du groupe considéré (entre 0 et 1)

S : diversité des espèces végétales semées dans la parcelle (entre 1 et 60)

a et b : constantes propres à chaque groupe considéré

z : exposant de la fonction puissance, z étant compris entre 0 et 1

Question 2 :

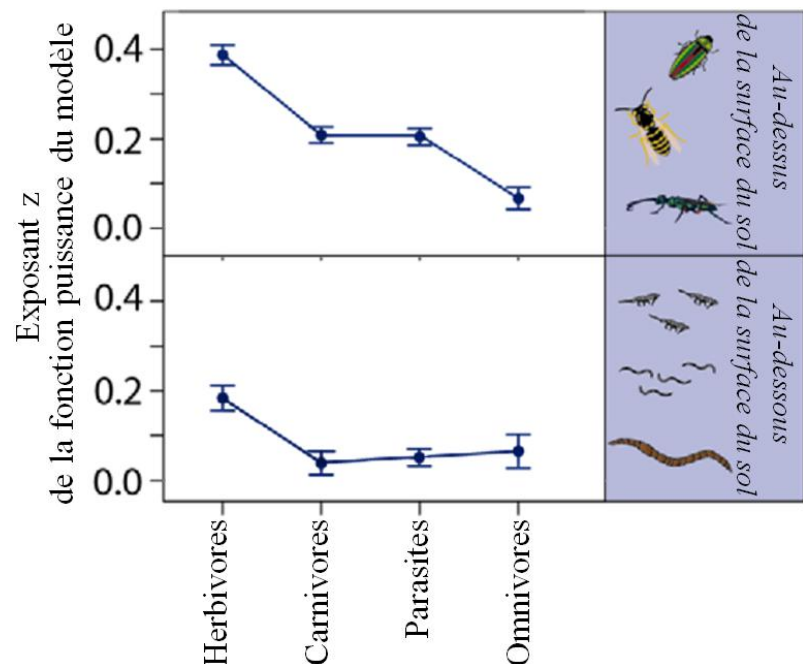
2a. D'après le document 1, identifiez un groupe d'organismes pour qui la quantité standardisée y d'individus ou d'espèces différentes peut être correctement modélisée par cette équation **avec $z = 0$** (justifiez).

2b. D'après le document 1, identifiez un groupe d'organismes pour qui la quantité standardisée y d'individus ou d'espèces différentes peut être correctement modélisée par cette équation **avec $z = 1$** (justifiez).

2c. Quelles sont les limites de la modélisation par cette équation (justifiez) ?

Document 3 :

Ce document montre la valeur de z modélisant les résultats obtenus pour les herbivores, les carnivores, les parasites et les omnivores, vivant au-dessus ou au-dessous de la surface du sol.



Question 3 :

Interprétez les résultats présentés dans le document 3, en lien avec les résultats présentés dans les documents 1 et 2.

Question 4 :

Récapitulez les interprétations des documents de ce thème 1 sous la forme d'un **schéma bilan** montrant :

- Les **réseaux trophiques** et les **relations interspécifiques**, impliquant **6 groupes** différents d'individus ou d'espèces envisagés dans cette étude. Ces 6 groupes seront judicieusement choisis pour être représentatifs des principaux résultats de cette étude.

- Les **divers effets de la biodiversité** des producteurs primaires sur ces 6 groupes, mis en évidence dans cette étude.

Le dessin précis des organismes n'est pas nécessaire, c'est-à-dire qu'ils pourront être représentés par un simple carré, rectangle ou "boîte". Aucun texte explicatif n'est attendu en dehors des légendes et des annotations sur votre schéma. Un travail riche et soigné est attendu.

Thème 2 : Biodiversité et dynamique des populations dans l'écosystème du Serengeti

Les 3 parties qui composent ce thème 2 sont indépendantes.

Partie 1 : Biodiversité des prédateurs et dynamique des populations d'herbivores du Serengeti

Les résultats de plus de 40 ans d'observations des populations naturelles d'animaux vivant dans l'écosystème de type savanes et plaines ouvertes du parc national du Serengeti (Tanzanie, Afrique de l'Est) sont présentés.

Question 5a :

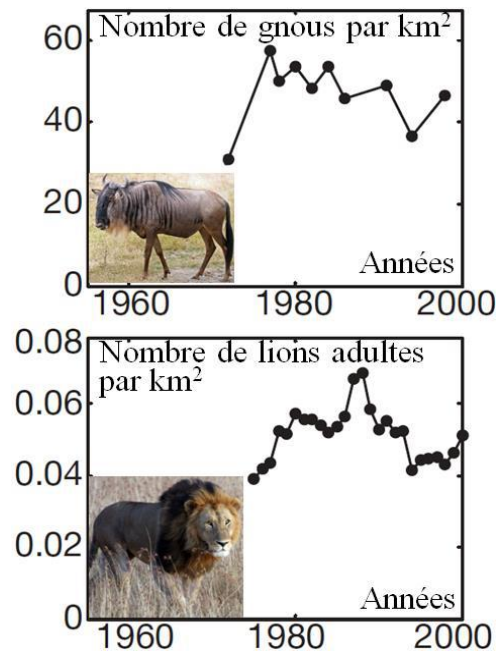
D'après vos connaissances, énoncez, sans justifier, les principaux **paramètres démographiques** déterminant l'effectif d'une population. Comment varie l'effectif d'une population de type **proie** en interaction avec une population de prédateurs (une réponse succincte est attendue, sans aucun schéma ni graphe) ?

Document 5 :

Suivi des densités des populations de lions (prédateurs) et de gnous (proies) dans le parc national du Serengeti. Le lion chasse plusieurs espèces de proies, dont le gnou. Le gnou est chassé par plusieurs espèces de prédateurs, dont le lion.

Question 5b :

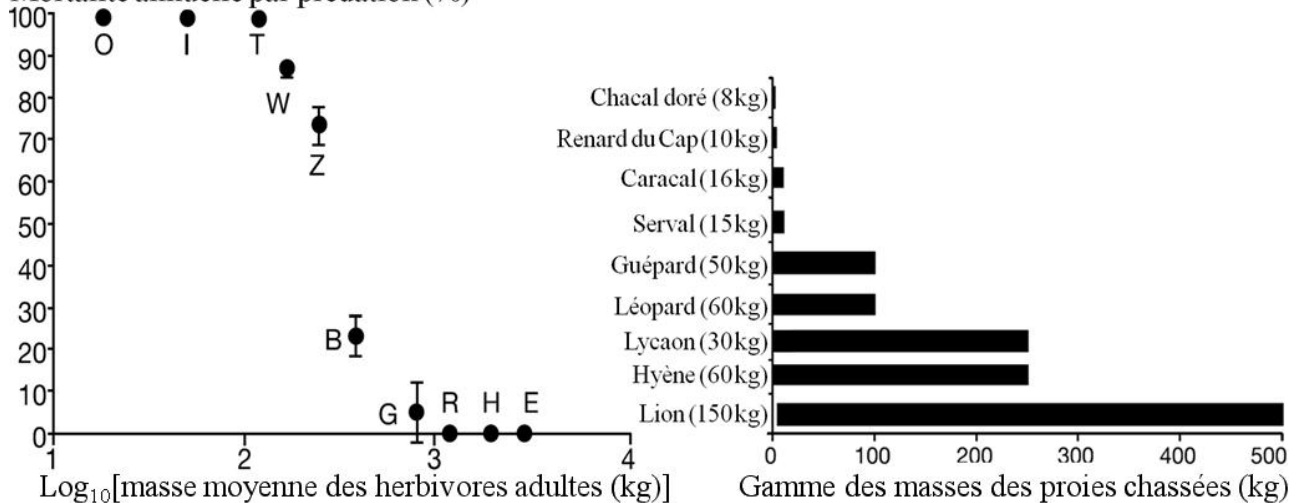
Commentez les résultats présentés dans le document 5. Valident-ils ou questionnent-ils votre réponse à la question 5a (justifiez, expliquez) ?



Document 6 :

- **À gauche** : Pourcentage de mortalité annuelle due à la prédation pour les 10 principales espèces d'herbivores de l'écosystème, reporté en fonction du logarithme décimal de la masse moyenne des adultes en kg (O : ourébi, I : impala, T : topi, W : gnou, Z : zèbre, B : buffle, G : girafe, R : rhinocéros, H : hippopotame, E : éléphant).
- **À droite** : Chaque barre représente la gamme des masses corporelles des proies chassées par différents prédateurs de l'écosystème. La masse moyenne adulte de ces prédateurs est également indiquée (entre parenthèses).
- Les valeurs de quelques logarithmes décimaux sont indiquées.

Mortalité annuelle par prédation (%)



Log(50) $\approx$ 1,70 Log(100) = 2 Log(150) $\approx$ 2,18
Log(300) $\approx$ 2,48 Log(350) $\approx$ 2,54 Log(400) $\approx$ 2,60

Log(200) $\approx$ 2,30 Log(250) $\approx$ 2,40
Log(450) $\approx$ 2,65 Log(500) $\approx$ 2,70

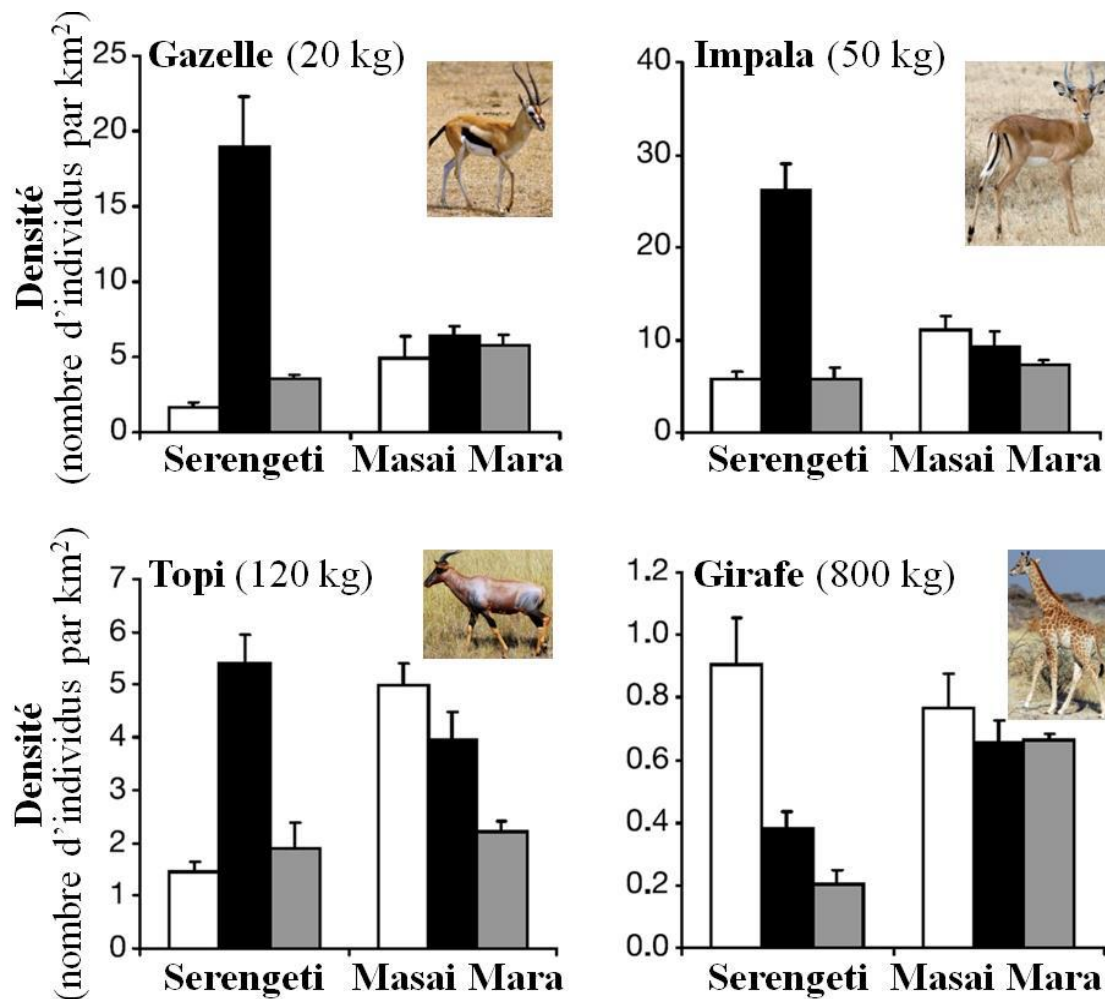
Question 6 : D'après les résultats présentés dans le document 6, identifiez ou formulez des hypothèses sur **le(s) facteur(s) limitant l'effectif** des populations d'herbivores de l'écosystème. Quelle est l'influence de la masse moyenne des herbivores sur ce(s) facteur(s) ?

Document 7 :

Les **densités** des populations (en nombre d'individus par km²) vivant dans ce même écosystème (parc National du **Serengeti** en Tanzanie) sont déterminées, chez 4 espèces d'herbivores (gazelle, impala, topi, girafe) :

- De 1967 à 1980 (barres blanches) : les prédateurs y étaient nombreux
- De 1981 à 1987 (barres noires) : les prédateurs étaient bien moins nombreux, du fait entre autres causes, du braconnage intense qui était pratiqué à cette époque
- À partir de 1989 (barres grises) : période marquée par le retour progressif des prédateurs en abondance

Les mêmes mesures sur les mêmes périodes de temps sont également réalisées dans la réserve nationale du **Masai Mara** au Kenya. Dans cette réserve, située dans le prolongement naturel du parc national du Serengeti, les populations de prédateurs sont restées plus stables. Les mêmes mesures y ont été réalisées sur les 3 mêmes périodes de temps.



Question 7 :

7a. Interprétez succinctement les résultats présentés dans le document 7 dans le Serengeti, en lien avec les résultats du document 6.

7b. Soulevez un résultat surprenant et/ou une question qui reste en suspens au vu de ces résultats (relatifs au Serengeti et/ou au Masai Mara).

7c. Les auteurs de l'article duquel a été extrait le document 7 qualifient leurs propres travaux "**d'expérience naturelle**". Critiquez leur démarche.

Partie 2 : Interactions prédateurs - proies dans le parc national du Serengeti

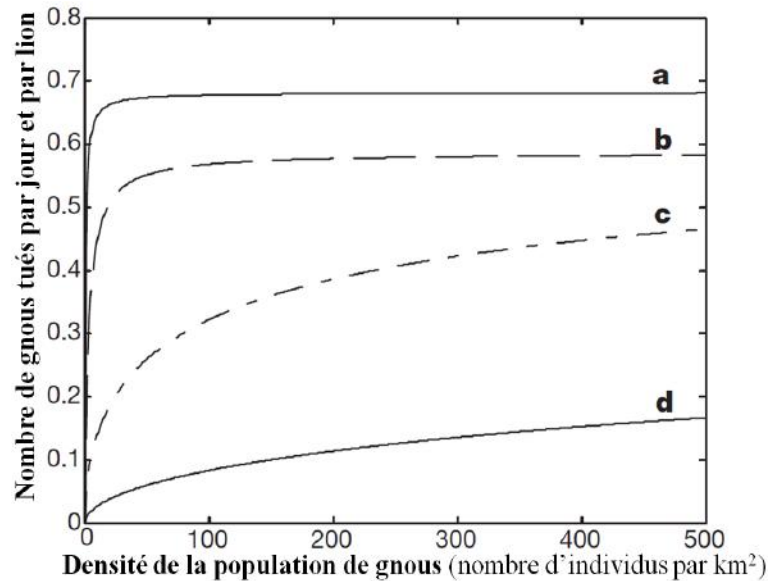
Document 8 :

Les gnous favorisent le plus souvent leurs activités au sein de leur groupe (vie grégaire). De même, les lions chassent en solitaire ou, plus souvent, en petits groupes. Différents modèles mathématiques sont testés dans les **4 situations** suivantes :

- **a** : Modèle "prédateur solitaire - proie solitaire"
- **b** : Modèle "prédateur grégaire - proie solitaire"
- **c** : Modèle "prédateur solitaire - proie grégaire"
- **d** : Modèle "prédateur grégaire - proie grégaire" (situation la plus fréquente dans la nature)

Résultats de modèles mathématiques prédisant le nombre de gnous tués par jour et par lion en fonction de la densité de la population de gnous, dans les 4 situations décrites.

D'autre part, les modèles probabilistes montrent que l'interaction prédateur (lion) - proie (gnou) n'est **stable et durable** à long terme **que dans la situation d**.



Question 8 :

Interprétez les résultats présentés dans le document 8. Une réflexion sur les conséquences de la vie grégaire (la vie en groupe) chez les lions et chez les gnous est attendue, pour différentes échelles de temps.

Document 9 : Quelques **performances maximales** ont été quantifiées chez 9 lions (prédateurs) et 7 zèbres (proies) lors de plus de 4500 courses - poursuites. À l'issue d'une course - poursuite, le zèbre est intercepté et capturé par le lion, ou, plus souvent, il parvient à s'enfuir. Les accélérations centripète et tangentielle sont mesurées lors des virages. Le travail et la puissance sont divisés par la masse de l'animal.

	Vitesse (m.s ⁻¹)	Accélération centripète (m.s ⁻²)	Accélération tangentielle (m.s ⁻²)	Travail (J.kg ⁻¹)	Puissance (W.kg ⁻¹)
Lion	14	6,5	5	25	48
Zèbre	10,5	5,5	4	10	24

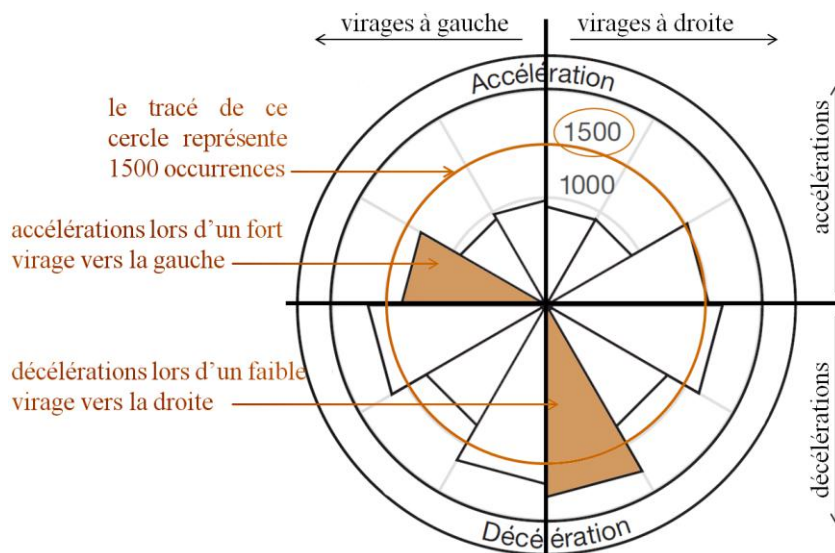
Question 9 : Quelle question soulèvent les résultats présentés dans le document 9 ?

Document 10 : Lors des courses - poursuites étudiées, plus de 30000 **foulées** ('enjambées', 'pas') sont analysées chez les lions et chez les zèbres.

- **A** : Clé de lecture des histogrammes circulaires présentés en B.

- **B** : Histogrammes circulaires de l'orientation et de la direction des accélérations de chaque **foulée** (seules les foulées correspondant à une accélération ou à une décélération sont prises en compte), chez les **lions** (histogramme de gauche) et chez les **zèbres** (histogramme de droite). Les cercles indiquent les occurrences de chaque type de foulée (1000 occurrences = 1000 foulées, par exemple).

A



B



Question 10 : D'après les résultats présentés dans les documents 9 et 10, comment les zèbres parviennent-ils à échapper aux lions lors des courses - poursuites ?

Partie 3 : Diversité génétique dans une population isolée de lions

Document 11 :

Une étude est réalisée chez deux populations de lions :

- Les lions de l'écosystème du **Serengeti** : plus de 3000 individus vivent dans ce parc national de 14 763 km².
- Les lions de l'écosystème du cratère **Ngorongoro** : cet écosystème, situé dans une caldeira de 326 km², très proche géographiquement du parc du Serengeti, héberge une **population isolée** de lions (pas d'immigration, émigration très occasionnelle). Cette population de quelques dizaines d'individus descend d'un nombre très réduit de rescapés d'une épidémie parasitaire en 1962.

Une étude biochimique réalisée sur 27 lions du parc national du Serengeti et 19 lions du cratère Ngorongoro a permis de quantifier, dans ces deux populations isolées, au niveau d'un locus polymorphe :

P = la variabilité allélique (polymorphisme) au niveau de ce locus, exprimée en % (plus P est élevée, plus la variabilité allélique est forte au niveau de ce locus, au sein de la population)

H = la fréquence de l'hétérozygotie à ce locus

Lions du Serengeti (n = 27)	P = 10,9 %	H = 0,038
Lions du cratère Ngorongoro (n = 19)	P = 4,3 %	H = 0,014

Toutes les variations alléliques observées chez les lions du cratère Ngorongoro ont également été observées chez des lions du Serengeti. En revanche, plusieurs variations alléliques observées chez les lions du Serengeti n'ont pas été observées chez les lions du cratère Ngorongoro.

Question 11 :

11a. Comment expliquer que les valeurs de P et H soient si faibles, dans la population de lions du cratère Ngorongoro ? Quelles en sont les causes et les conséquences probables ?

11b. Critiquez le protocole ici choisi pour quantifier la diversité génétique dans ces deux populations de lions.

Document 12 :

Les propriétés du sperme sont comparées dans ces deux mêmes populations de lions.

Origine des lions testés (nombre d'individus testés)	Parc national du Serengeti (n = 9)	Cratère Ngorongoro (n = 9)
Volume d'un éjaculat (mL)	9,4 ± 1,4 mL	8,5 ± 0,8 mL
Nombre de spermatozoïdes par éjaculat	35.10 ⁶ ± 12.10 ⁶	25.10 ⁶ ± 11.10 ⁶
Spermatozoïdes présentant une motilité normale (%)	91 ± 3 %	83 ± 3 %
Spermatozoïdes morphologiquement anormaux (biflagellés, microcéphales, bicéphales...) (%)	25 ± 4 %	51 ± 7 %

Question 12 : Interprétez les résultats présentés dans le document 12. Que peut-on imaginer quant à la population de lions du cratère Ngorongoro, à long terme ? Quelles actions anthropiques pourraient être envisagées, dans le cadre de la gestion de cette population isolée et menacée ?