BCPST 951, 952, 953 2022 / 2023

Correction du devoir surveillé de SVT n°2

Géologie

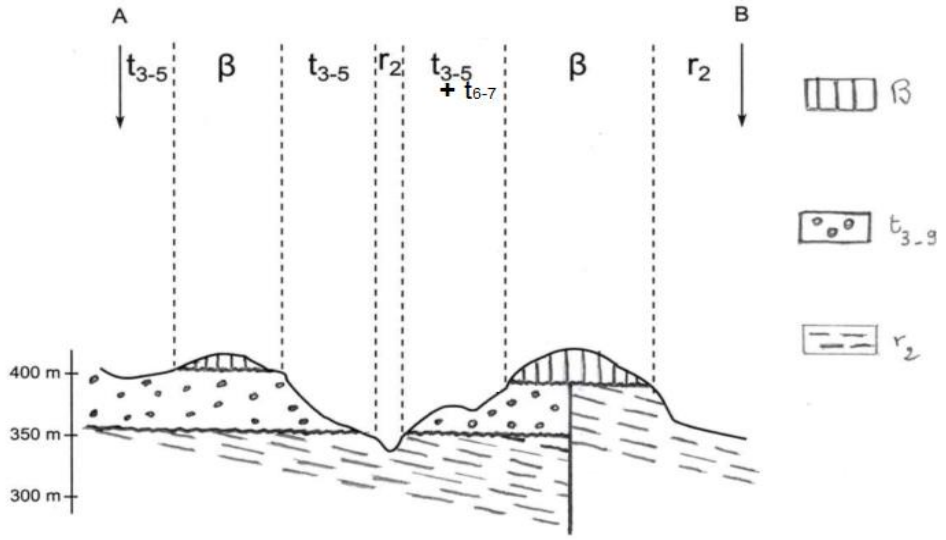
EXERCICE 1. LE BASSIN DE LODÈVE

Q1.1. Le cliché A montre des **rides de courant** dissymétriques avec des orientations différentes ; le cliché B des **polygones de dessication**. Ces figures sédimentaires témoignent respectivement d'un milieu de **faible profondeur**, et d'un **milieu soumis à exondation temporaire**.

Q1.2. La figure 1.2 montre que les plans de stratification des formations r et t (S_0) sont **sécants** : le Trias est **discordant** sur le Permien.
Sur la carte, on relève des indications de **pendage vers le sud dans le Permien** (par exemple un peu au sud d'Octon, à l'est de la carte) alors que le **Trias est tabulaire**. Ceci confirme la discordance.

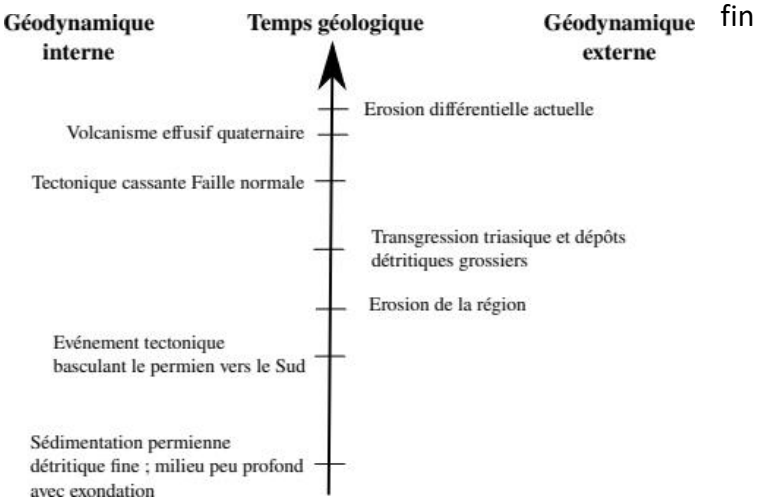
Q1.3.

Coupe à main levée



Q1.4. Évènements de l'histoire géologique

Permien : sédimentation détritique dans un milieu de faible profondeur
Fin du Paléozoïque : évènement tectonique qui bascule ces formations vers le sud.
Érosion pénéplanation.
Trias : transgression puis sédimentation détritique grossière
Émersion de la région : évènement tectonique post Trias (?)
Quaternaire : volcanisme effusif



Réponse sous forme de frise chronologique

EXERCICE 2. BASSINS TERTIAIRES DU MASSIF CENTRAL ET VOLCANISME

Q2.1a. Dans cette région il affleure :

- des migmatites, roches **métamorphiques** correspondant à des gneiss particuliers ;
- des roches détritiques qui sont donc **sédimentaires** ;
- des basaltes et des trachytes, roches **volcaniques**.

Les failles sont de **direction Nord Ouest - Sud Est**.

Q2.1b Les failles recoupent toutes les formations sauf les roches volcaniques (vers Queyrières notamment, le trachyte recouvre la faille ; un peu au nord-est de Queyrières, le basalte recouvre une faille) ; elles sont donc **postérieures à tout sauf aux roches volcaniques**.

Basaltes, trachytes et roches détritiques recouvrent partout les migmatites donc ces formations sont les premières à s'être mises en place dans la région.

Pour la même raison, le trachyte est postérieur au basalte qu'il recouvre (par exemple au Mont Meygal), et les roches détritiques sont antérieures aux roches volcaniques (basaltes et trachytes).

On a donc la chronologie suivante, du plus ancien au plus récent :

Migmatites < roches détritiques (Eocène-Oligocène) < Failles < Basaltes < Trachytes

Q2.2 Les deux lames minces montrent une **texture microlithique** : il s'agit donc de **roches volcaniques**.

Cliché de gauche avec pyroxène, olivine et plagioclases : minéraux d'un **basalte**

Cliché de droite avec amphibole, feldspath potassique : minéraux d'un **trachyte**

Q2.3a Les roches volcaniques ont été récoltées dans une même région (inité de lieu) ; elles ont été émises au cours d'épisodes volcaniques quaternaires (unité de temps). Le diagramme TAS montre qu'elles présentent une continuité de composition géochimique : les roches les plus riches en Si sont aussi les plus riches en alcalins. Ces caractéristiques permettent d'identifier une **série magmatique**.

Elles proviennent probablement de la **différenciation d'un magma primaire,** résultant de l'extraction d'un mélange de cristaux de composition différente de celle du liquide initial.

Q2.3b. La teneur élevée en alcalins conduit à identifier la **série alcaline** qui est caractéristique d'un **volcanisme intraplaque**.

Q2.3c La roche X est la plus différenciée ; elle est suffisamment riche en Si pour que du quartz cristallise : c'est donc une **rhyolite** (roche volcanique avec du quartz)

Q2.3d Les basaltes (termes indifférenciés de la série) sont plus anciens que les trachytes (termes différenciés de la série) : les premiers épisodes volcaniques ont conduit à l'émission du **magma primaire, indifférencié**. Les éruptions plus tardives émettent du magma plus différencié.

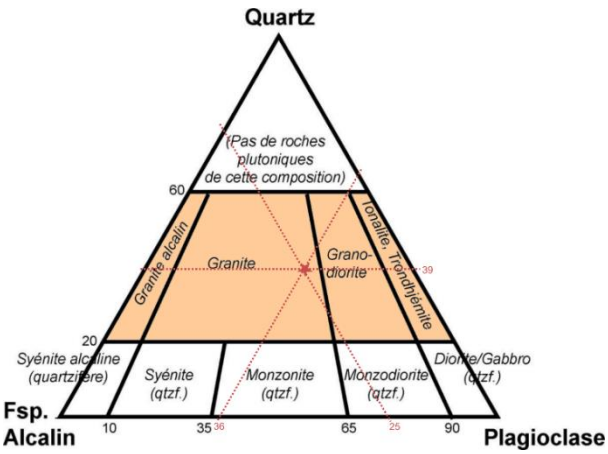
Le magma indifférencié, le moins riche en SiO_2, est, à température égale, le moins visqueux. Ceci correspond aux gisements observés sur la carte, avec des **grandes coulées de basalte**. Le trachyte, sans doute issu d'un magma plus visqueux parce que plus riche en SiO_2, forme des gisements moins étendus (**sucs trachytiques**).

Q2.4a Pour utiliser le diagramme de Streckeisen, il convient de recalculer les proportions de quartz, feldspaths alcalins et plagioclases rapportées au total des seuls minéraux blancs.

Calcul des proportions rapportées aux seuls minéraux blancs

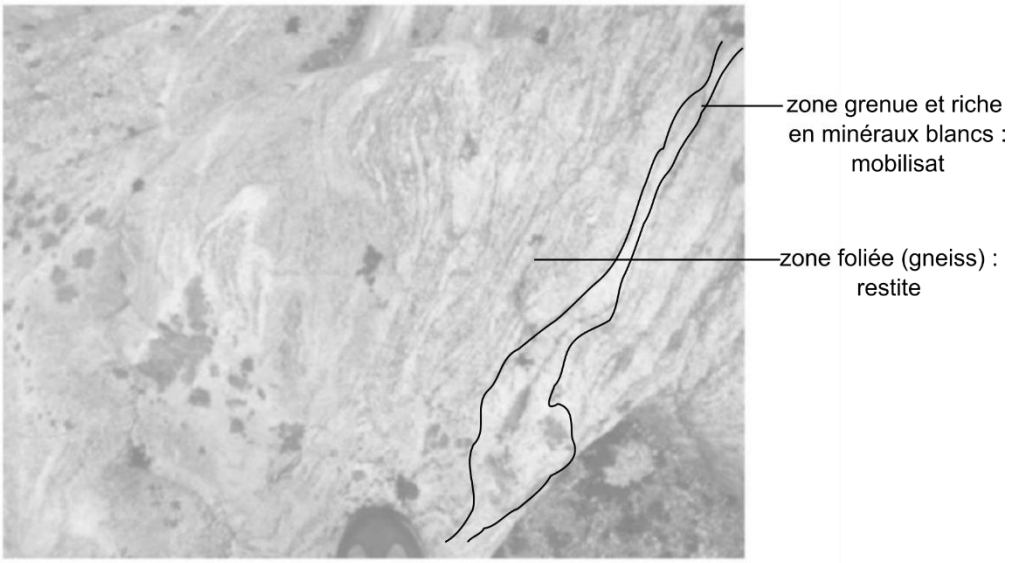
	% sur le total	**% minéraux blancs**
Q	36	**39**
FA	23	**25**
P	33	**36**
	92	**100**

La roche est donc un granite.



Construction dans le diagramme de Streckeisen

Q2.4b



Repérage d'éléments remarquables sur la figure 2.4b

La coexistence de zones foliées déformées donc restées à l'état solide (restites) et de zones grenues, plus claires, provenant de la cristallisation d'un magma produit localement (mobilisat), conduit à identifier une **migmatite** (ou un gneiss migmatitique). Cette roche témoigne de **l'anatexie crustale** lors d'une orogenèse.

Q2.5a M est un **minimum thermique à valeur d'eutectique**. Il représente à la fois la composition minéralogique et la température du liquide de fusion d'un mélange ternaire de quartz, albite, orthose de composition quelconque.

Q2.5b La composition de M correspond à celle de nombreux granites. En faisant fondre un mélange quelconque des 3 minéraux qui constituent le gneiss, on obtient un liquide dont la composition correspond à celle de granite. Donc **des granites peuvent dériver de la fusion partielle d'un gneiss**. C'est aussi ce que suggère l'observation des migmatites sur le terrain.

Q2.6 Seul le **géotherme G2** recoupe le solidus du granite. La fusion partielle de la croûte continentale, de composition globalement granitique, ne peut intervenir **qu'après son épaississement**, lors d'une orogenèse.

Q2.7 L'alignement des valeurs obtenues témoigne d'une évolution graduelle de la composition isotopique du magma dont dérivent ces granites.

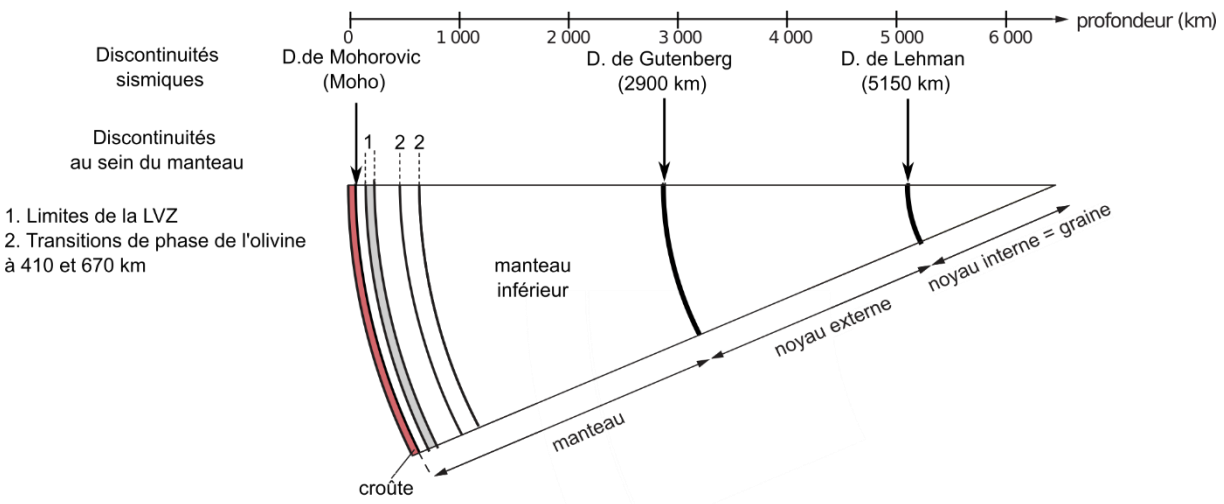
Les premiers granites ante-hercyniens ont un **rapport initial faible correspondant à celui du manteau** (environ 705). Ils dériveraient donc d'un magma issu de la fusion partielle du manteau, après différenciation magmatique. Plus ces granites sont âgés, plus leur rapport isotopique augmente, ce qui pourrait traduire le fait que les magmas les plus anciens sont progressivement **contaminés par du matériel crustal** dont les rapports isotopiques sont plus élevés.

Les granites alumineux, dont les rapports initiaux sont supérieurs à 710 semblent tous d'**origine crustale**.

Pour les leucogranites potassiques, on retrouve la même évolution que pour les granites ante-hercyniens.

EXERCICE 3. STRUCTURE DE LA PLANÈTE TERRE

Q3.1



Principales discontinuités du globe terrestre

Q3.2

Calcul de la pression lithostatique P (en Pa) à la profondeur h = 50 km

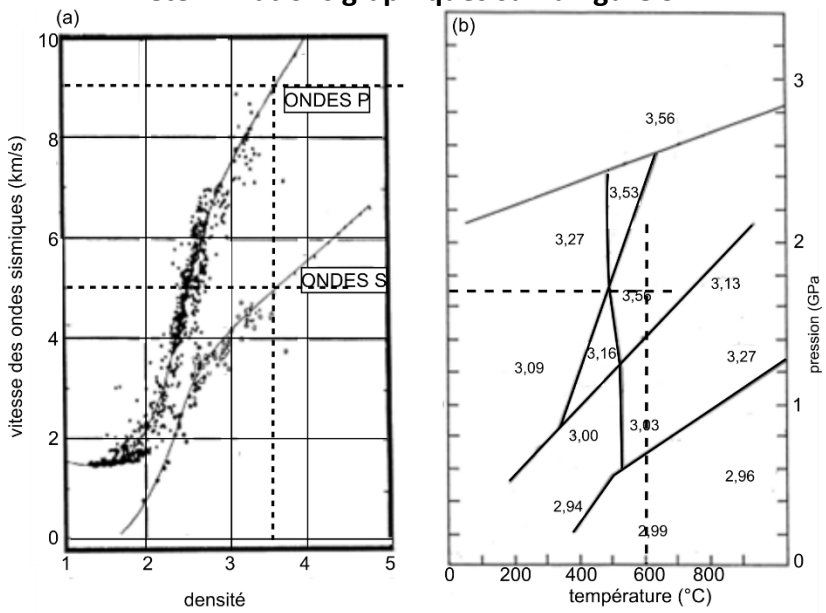
D'après l'énoncé $\rho = 3300\ kg.m^{-3}$; $g \approx 10\ m.s^{2}$;

d'où $P = 3{,}3.\ 10^{3} \times 10 \times 5.10^{4} = 1{,}65.\ 10^{9}$ Pa = **1,65 GPa**

Le graphique 3.1b permet de déterminer que la densité des roches à cette profondeur et à une température de 600°C est égale à 3,56.

Le graphique 3.1a permet de déterminer la vitesse des ondes P, $\mathbf{V_P \approx 9\ km.s^{-1}}$ et celle des ondes S, $\mathbf{V_S \approx 5\ km.s^{-1}}$

Déterminations graphiques sur la figure 3.1



BIOLOGIE

THEME 1 : BIODIVERSITE DES PRODUCTEURS PRIMAIRES ET FONCTIONNEMENT DE L'ECOSYSTEME PRAIRIAL

1a L'abondance des individus **herbivores et parasites** augmente de 0,2 à 0,7 (X3,5) quand on passe de parcelles ensemencées avec une espèce à une parcelle ensemencée avec 60 espère. Il en va de même pour la diversité de leurs espèces (indice de biodiversité multiplié par 4 pour les herbivores).
Donc, l'augmentation de la biodiversité des producteurs primaires, c'est-à-dire du nombre d'espèces de producteurs primaires différents au sein de l'écosystème étudié, a un impact particulièrement bénéfique sur les **herbivores et parasites.**
On pouvait aussi citer les carnivores.
Hypothèse explicative : l'augmentation de la diversité des producteurs primaires offre **plus de ressources** différentes pour les herbivores pouvant ainsi satisfaire des régimes alimentaires différents, ce qui favorise la diversité des espèces. De plus, cela **limite la compétition** pour les ressources en favorisant la spécialisation des régimes alimentaires. Les **carnivores** connaissent une augmentation de leur effectif et de leur diversité pouvant s'expliquer par une **diversification de leurs ressources alimentaires (effet bottom up)**. Enfin les parasites, souvent spécifiques, bénéficient de l'augmentation de l'ensemble des groupes et disposent de **plus d'hôtes potentiels** divers, animaux comme végétal.

1b Par un raisonnement du même type, on identifie que l'augmentation de la biodiversité des producteurs primaires a un effet néfaste sur les indices d'abondance et de biodiversité des **plantes invasives** qui dimminuent de 0,4 à 0.
Hypothèse explicative : les producteurs primaires diversifiés occupent davantage de niches écologiques et exploitent plus efficacement les ressources ; ce qui aboutit à une **exclusion compétitive des plantes invasives qui sont des stratèges r, à faible aptitude compétitive.**

1c Si l'on excepte les plantes invasives, on constate que l'abondance des individus et des espèces de l'écosystème est **positivement corrélée à la diversité des producteurs primaires** (effet *bottom up* ou contrôle ascendant).
L'effet a**u-dessus de la surface** du sol est **plus marqué qu'en dessous** de la surface du sol (augmentation des indices jusqu'à un facteur x 4 ou x 5 au-dessus du sol, et seulement d'un facteur x 2 au-dessous). L'a**ugmentation la plus importante** sous la surface est mesurée pour la **macrofaune herbivore** qui, comme les populations herbivores vivant en surface, profite directement de cette diversification de ressources. Les populations de **macrofaune saprotrophe sont presque doublées**, ce qui peut s'expliquer par l'abondance et l'enrichissement des ressources carbonées issus des déchets et restes des autres populations.
En comparant le nombre d'individus et la diversité au sein des groupes, on peut mettre en évidence la s**pécificité liée à l'interaction pollinisateur/fleur** puisqu'une **augmentation des effectifs** de **producteurs primaires impacte peu le nombre de pollinisateurs** alors qu'une **diversification des producteurs primaires génère une forte diversification des pollinisateurs** (interaction spécifique, limite liée au rapport du nombre de pollinisateurs/nombre de fleurs à visiter).

2a Pour z = 0, l'équation utilisée dans le modèle devient :

$$\mathbf{y = a + b = constante}$$

La **macrofaune carnivore** ne semble pas affectée par l'augmentation de la biodiversité des producteurs primaires, les populations sont constantes quel que soit le nombre d'individus ou d'espèces semées.

2b Pour z = 1, l'équation devient : $\mathbf{y = a + bS}$, équation d'une droite
La diversité des **parasites** semble correspondre à ce type d'équation.

2c Différentes limites peuvent être proposées pour ce modèle mathématique qui établit une relation entre la quantité d'espèces ou d'individus (y) et la diversité des espèces de producteurs primaires (S).
- Les deux cas envisagés au 2a et 2b constituent les deux modèles extrêmes. Une croissance des effectifs ou de la diversité des espèces selon une fonction autre qu'affine (exponentielle par exemple) n'est pas modélisable.
- Il n'y a **pas non plus de condition limite envisagée :** les effectifs ou le nombre des espèces peuvent croître indéfiniment car **la capacité de charge du milieu n'est pas prise en compte**.

- Le modèle ne prend pas directement en considération pas **la nature des interactions entre producteurs primaires (mutualisme, compétition).** Seul le nombre des espèces intervient dans la relation.
- Les **variations environnementales,** saisonnières ou climatiques **ne sont pas non plus prises en compte.**

3 D'après l'équation du document 2, **plus z est élevé, plus l'impact de la biodiversité des producteurs primaires sur le groupe considéré est important**.
Les **herbivores possèdent le z le plus élevé** au-dessus comme en-dessous de la surface du sol puisqu'ils dépendent directement des végétaux.
Les valeurs de z calculées sont **plus élevées pour la faune épigée que pour l'ensemble des groupes endogés**. Ceci correspond bien aux résultats moins marqués du document 1 pour les groupes vivant sous la surface du sol. Les groupes « **macrofaune carnivore »** (sous le sol) **et « omnivores** » (au-dessus du sol), dont les courbes décrivant l'évolution des populations sont quasi horizontales, **ont un z proche de 0**.
Les résultats relatifs au groupe des « **parasites** » ne sont cependant **pas en cohérence avec le modèle qui prévoyait un z environ égal à 1** (question 2b**)**. Les limites évoquées en question 2.c pourraient être à l'origine de cet écart entre le modèle numérique et l'expérience réalisée.

4. Schéma bilan proposé dans le rapport du jury

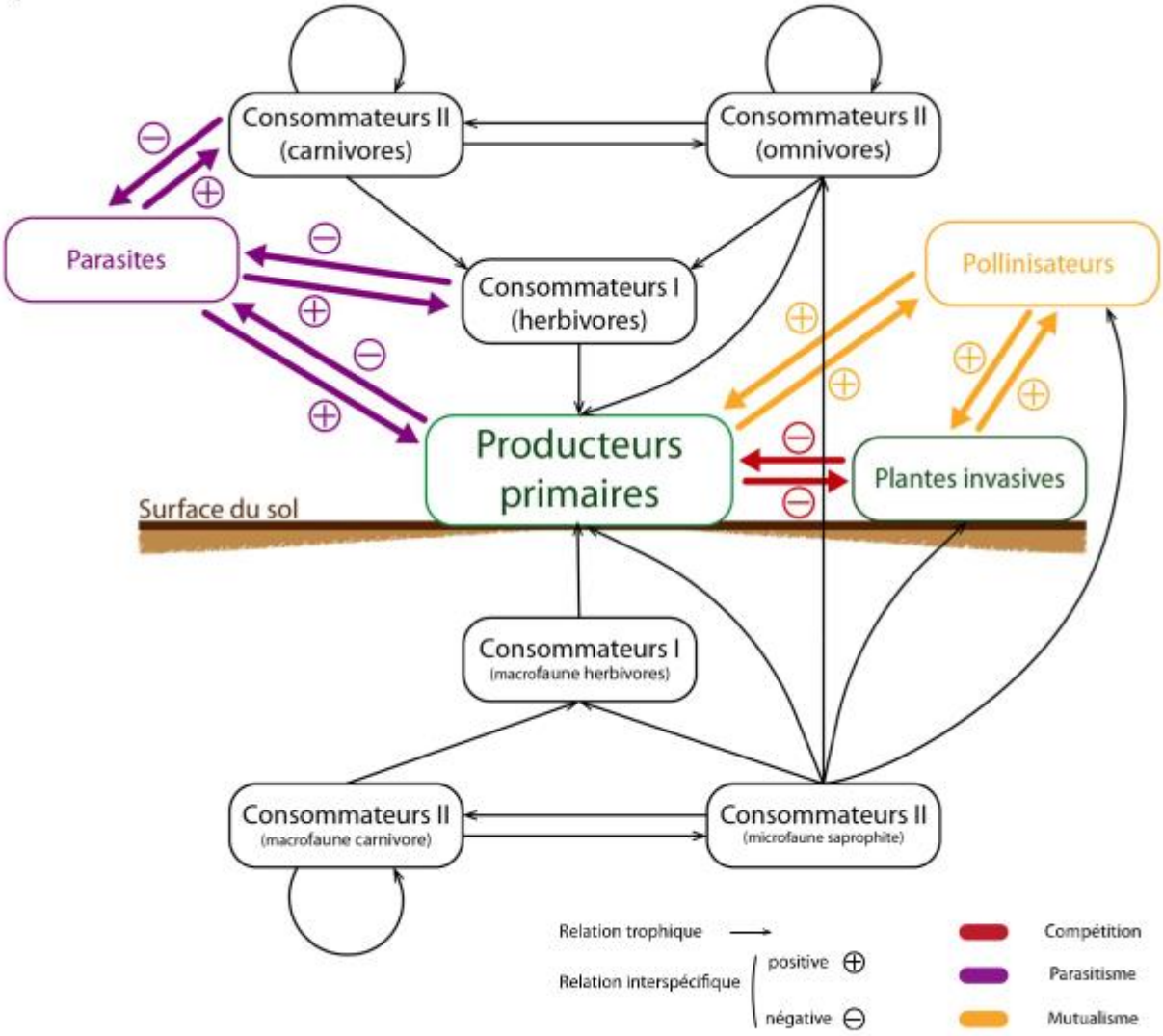


Figure 5. Schéma simplifié du fonctionnement de l'écosystème prairial étudié en partie 1.

THEME 2 : BIODIVERSITE ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS DANS L'ECOSYSTEME DU SERENGETI

5a Les **paramètres démographiques** déterminant l'effectif d'une population sont la **natalité, la mortalité, le sex-ratio, la fécondité, et les taux de migration (émigration, immigration)**
L'effectif d'une population de type **proie** en interaction avec une population de **prédateurs varie de manière cyclique**, ce qui peut être représenté de manière simpliste par le **modèle de Lotka-Volterra**.

5b On n'observe **pas d'oscillations régulières et corrélées** entre la population de gnous et celle de lions : on peut au plus identifier un seul cycle et les valeurs minimales sont atteintes simultanément pour les deux populations (vers 1975 et 1995). Le **modèle de Lotka-Volterra n'est ici pas valide**.
Plusieurs hypothèses permettent de l'expliquer : l**e lion chasse d'autres proies** et la population de lion n'est pas affectée que par celle de gnous, **le gnou a d'autres prédateurs**. Rentrent aussi probablement en compte **la migration des gnous** ou d'autres causes de mortalité.

6 Pour les **petites proies** de moins de 250 kg, la **mortalité est exclusivement due à la prédation**, ce qui limite l'effectif de ces populations. Ceci s'explique par le fait qu'ils sont chassés par de **nombreux prédateurs différents** (document de droite).
La **mortalité des gros herbivores** (plus de 250 kg) est **peu liée à la prédation** car peu, voire aucun prédateur ne les chasse. Il existe alors forcément d'**autres facteurs limitant leur population :** par exemple, **la disponibilité des ressources (aliments, eau…), la compétition intra et interspécifique.**

7a Pour le topi, la gazelle et l'impala, la densité augmente considérablement (d'un facteur 5 à 20) entre 1981 et 1987, période avec moins de prédateurs. Ceci **ne s'observe pas chez la girafe.**
Comme ces fluctuations ne sont pas retrouvée dans la réserve de Masi- Mara qui joue le rôle de **témoin négatif** (sans prédateurs), ces résultats confirment que **la prédation limite l'effectif de la population des petits herbivores** mais pas celles des gros herbivores comme la girafe.

7b

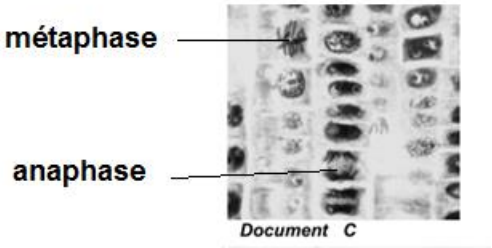
Résultat surprenant pouvant être relevé	Question restant à résoudre
La population de girafes décline dans le Serengeti alors qu'elle reste constante dans le Masai Maraï	Quelle en est la cause ?
La population de topis décline dans le Masai Maraï.	Quelle en est la cause ?

7c Pour réaliser une expérience, il faut idéalement faire varier un seul facteur entre une condition témoin et une condition expérimentale et contrôler les autres paramètres supposés constants. Or ici, lorsque l'on compare le Masai Mara au Serengeti, de **nombreux facteurs sont variables et non contrôlés** : environnement, paramètres climatiques, météorologiques ou saisonniers, ressources en eau, braconnage, présence humaine... De plus, les migrations ne sont pas prises en compte. On ne peut donc pas parler "d'expérience naturelle", il s'agit plutôt d'un travail de suivi de population.

8 La situation la plus fréquente dans la nature (modèle d) semble être de loin **la moins intéressante pour les lions**, avec 4 fois moins de gnous tués par jour et par lion qu'avec le modèle c (prédateur solitaire, proie grégaire). En effet, en groupe, les lions prospectent une surface moindre et doivent se partager les captures. En comparant d-b ou a-c, on met en évidence **l'avantage de la vie grégaire chez les gnous** : ils se protègent au sein du troupeau, où la probabilité de capture d'un individu est moindre.
Donc à court terme, la vie grégaire semble être un désavantage pour les lions alors qu'elle ne l'est pas à long terme puisque seule la situation d est stable à long terme d'après les modèles probabilistes. C'est peut-être que les ressources de la chasse en groupe sont suffisantes pour nourrir tout le groupe. Il est possible aussi que la vie grégaire ait **d'autres avantages** à long terme pour les lions qui contrebalanceraient une moindre efficacité de chasse : protection contre les chasseurs ; entraide pour les soins aux jeunes, par exemple.

THEME 3. ÉTUDE DE L'APEX RACINAIRE

9a L'observation de 9B et 9C montre des cellules en division ; différents stades de la mitose peuvent être repérés. Les cellules sont cubiques, et présentent un fort rapportnucléoplsmique : ce sont des cellules méristématiques. **La zone 1 est donc le méristème apical racinaire MAR**.



9b L'observation de 9D et 9E montre des cellules 2 fois plus longues que dans la zone 1 (environ 25 µm dans la zone 2 contre 12 µm dans la zone 1). **La zone 2 est donc la zone d'allongement (auxèse)**

10a On constate une augmentation immédiate de l'activité pectinolytique entre 0 et 5 h suivie d'une stagnation de 5 h à 10 h et enfin d'une diminution jusqu'à 0. À partir de 5 h (quand l'activité pectinolytique est maximale), le nombre des cellules libérées par la racine augmente : il atteint 3000 cellules à 20 h ; les augmentations ultérieures ne semblent pas significatives d'après les barres d'erreur.
On met donc en évidence une **corrélation entre l'activité de l'enzyme pectolytique et la libération de cellules par la coiffe**.
Comme, on sait que la paroi végétale, on peut penser que la libération des cellules est la **conséquence** de la hausse d'activité pectolytique. On peut supposer que la zone 3 sécrète une enzyme pectolytique impliquée dans la séparation de ses cellules qui sont alors libérées dans le sol.

10b La zone 3 est la **coiffe** ; elle joue un rôle de **protection mécanique** de l'apex racinaire lors de la pénétration de la racine dans le sol. La coiffe laisse partir des cellules périphériques, ce qui permet à l'apex d'avancer sans altération.

11 11a et 11b (racines inoculées) sont des **témoins positifs** ; 11d (racine non inoculée) est un **témoin négatif**
On constate que la racine 11c a le même aspect que 11d et pourtant elle a été inoculée.
On en déduit que le fait d'agiter la racine dans l'eau a détaché la coiffe et les filaments qui y adhéraient. Il n'y a donc pas de filaments sur le reste de la racine. **La coiffe est la cible des champignons pathogènes et joue donc aussi un rôle protecteur contre les infections**.