

SVT, ÉPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS

Durée : 3 heures 30

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 des moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

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 surveillant qui contrôlera et éventuellement remplacera le sujet.

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.

Sciences de la Terre et Biogéosciences – Thème : la Corse

Partie 1. Atmosphère et hydrosphère en Corse

Dans cette partie, on admettra que la mer Méditerranée a les caractéristiques dynamiques d'un océan.

Les 18 et 19 août 2022, des orages exceptionnels se sont abattus sur la Corse, causant plusieurs décès. On cherche ici à en comprendre quelques aspects.

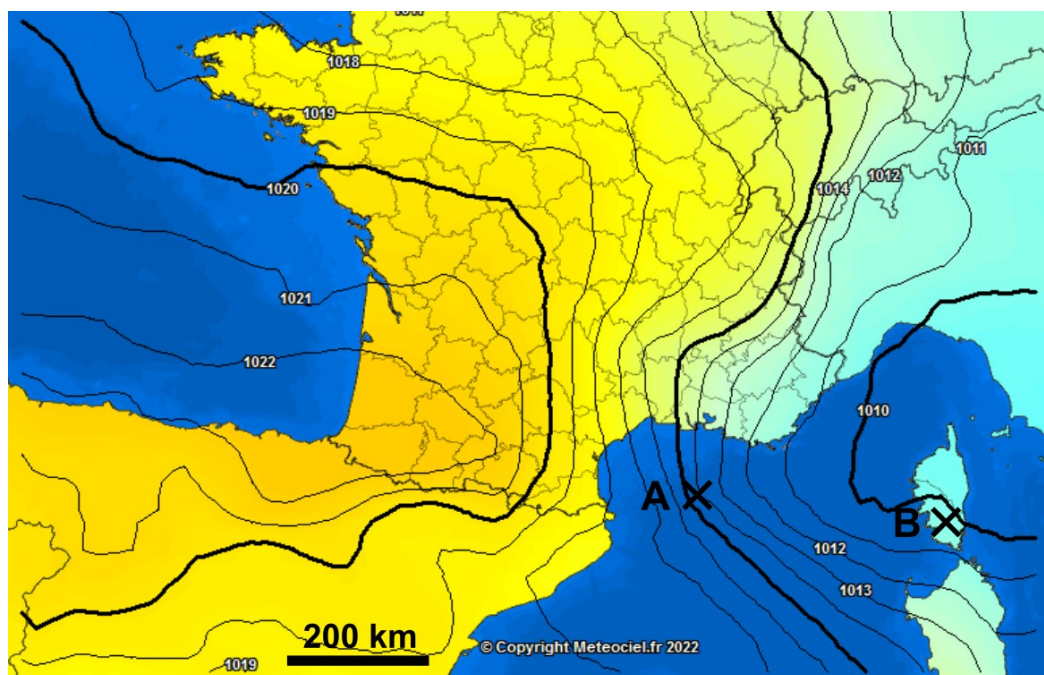
Question 1

Sur la carte du document 1 :

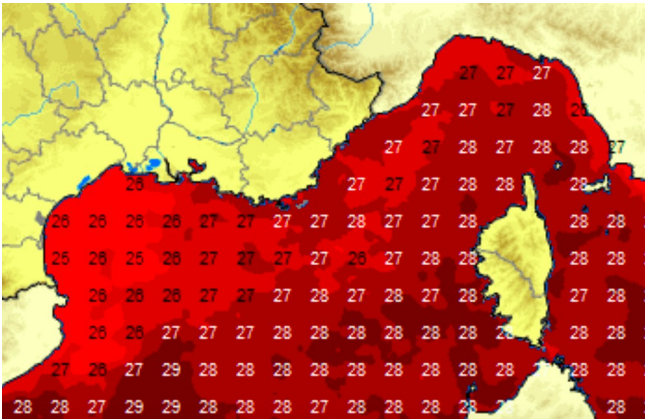
- Identifiez un anticyclone et une dépression (on notera « AC » pour anticyclone et « D » pour dépression).
- Représentez par un vecteur la vitesse du vent aux points A et B.
- Représentez par un vecteur le courant marin moyen induit par le vent au point A.

Chaque annotation devra être justifiée par un court paragraphe.

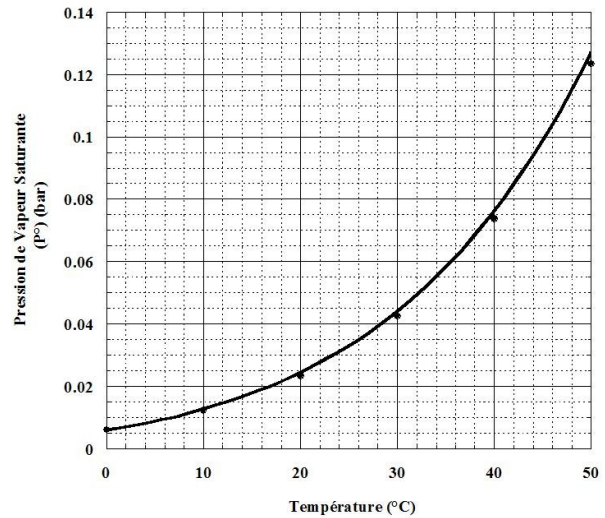
Document 1: Carte la pression atmosphérique au niveau de la mer le 19 août 2022. Les lignes sont les isobares (lignes d'égale pression), et les valeurs sont exprimées en hPa.



Question 2



Document 2: Température des eaux de surface en mer Méditerranée le 18 août 2022, en degrés Celsius.



Document 3: Evolution de la pression de vapeur saturante de l'eau (en bar) en fonction de la température (en °C). On rappelle que la pression de vapeur saturante de l'eau est la pression partielle en eau vapeur maximale que peut contenir un certain volume d'air à une température donnée. On rappelle également que $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$.

A l'aide des documents 2 et 3, discutez de l'humidité des basses couches de l'atmosphère aux alentours de la Corse. On pourra éventuellement intégrer une application numérique à la réponse.

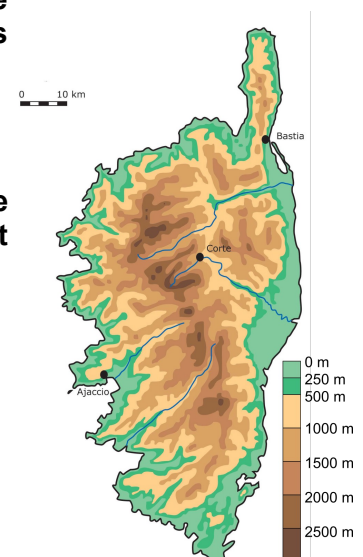
Question 3

Des mesures par ballon sonde ont révélé que l'air en altitude était anormalement froid le 18 août 2022.

Discutez de la stabilité de l'atmosphère à proximité de la Corse le 18 août 2022, et proposez une explication pour les pluies intenses survenues ce jour-là.

Question 4

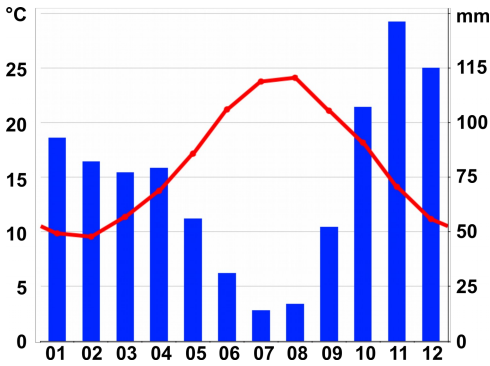
A l'aide des réponses précédentes, discutez de l'importance de la topographie de la Corse (document 4) dans le déclenchement de pluies intenses.



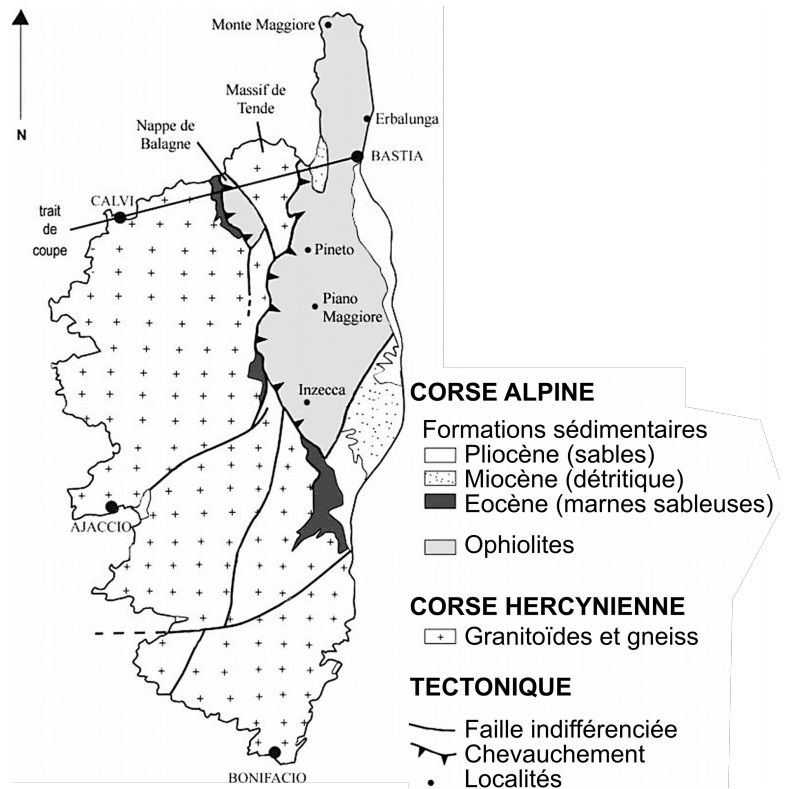
Document 4: Carte topographique de la Corse.

Partie 2. Erosion et sédimentation en Corse

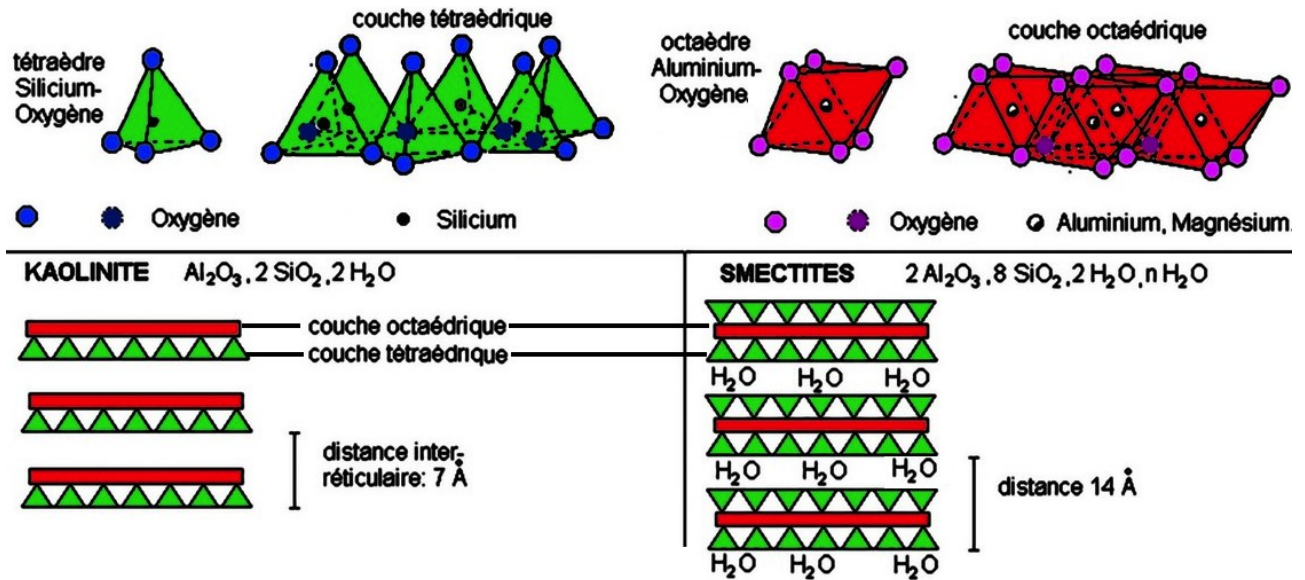
Question 5



Document 5: Diagramme ombrothermique de la ville côtière d'Ajaccio. Barres : précipitations mensuelles, échelle à droite (en mm). Courbe : température mensuelle, échelle à gauche, en °C. Abscisse : les 12 mois de l'année, de 01 (janvier) à 12 (décembre).



Document 6: Carte géologique simplifiée de la Corse



Document 7: Structure cristalline des argiles. Haut : tétraèdres de silice (gauche) et octaèdres d'alumine (droite). Bas : Structure de la kaolinite et de la smectite, deux argiles.

Déterminez le principal type d'altération que l'on doit pouvoir observer en Corse, en lien avec le climat et la lithologie. On discutera en particulier le type de produit de l'altération.

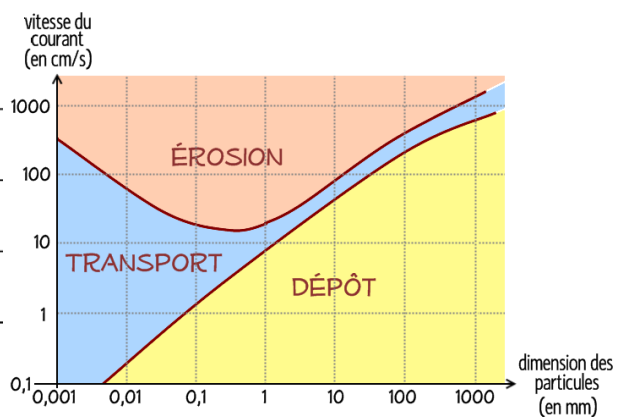
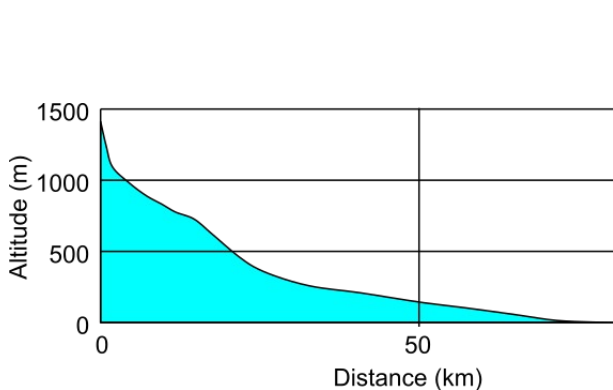
Question 6

Le Golo est un fleuve corse.

A l'aide des documents 9 et 10, analyser la photographie du document 8.



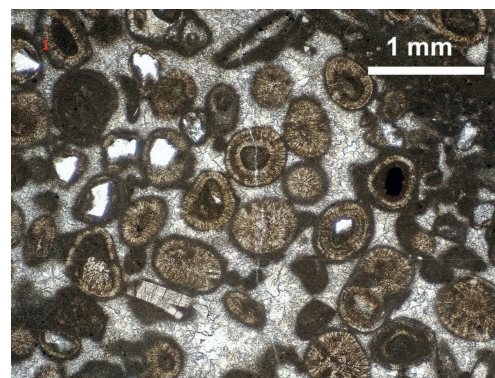
Document 8: Photographie d'un site au bord du Golo.



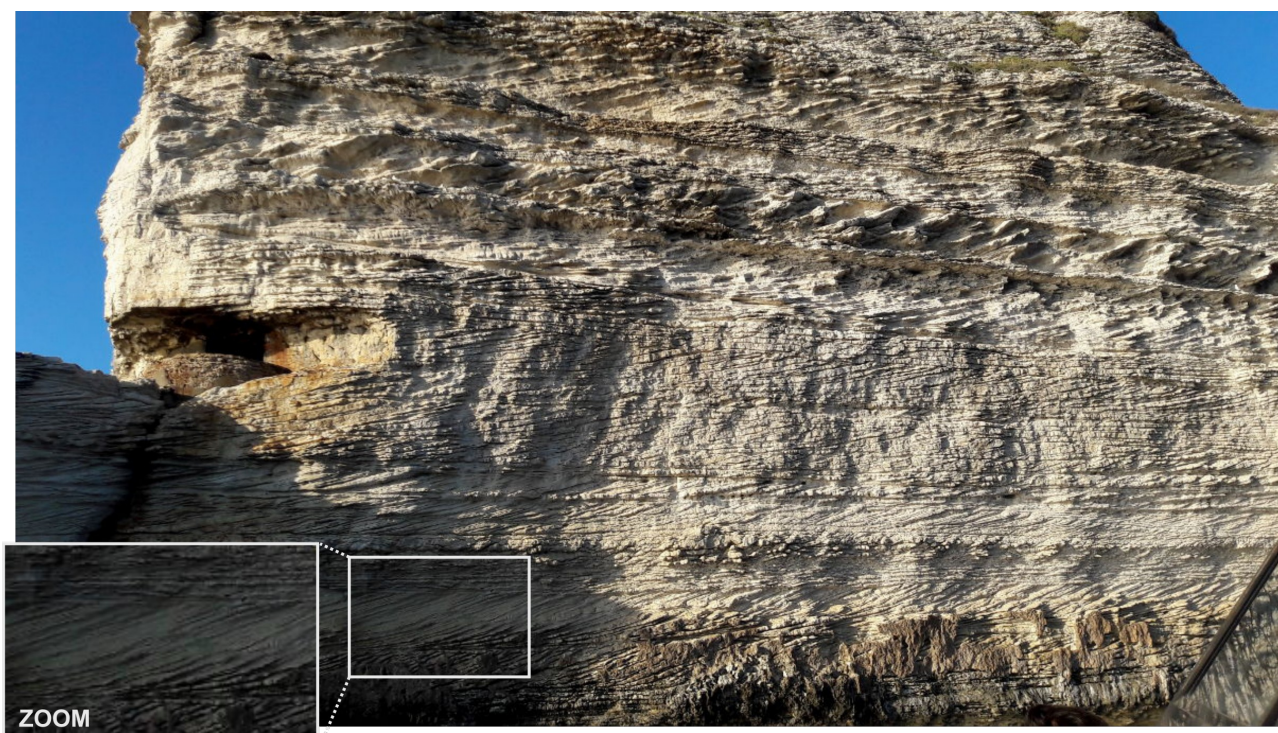
Question 7

La ville de Bonifacio (extrême Sud de la Corse) est célèbre pour ses falaises blanches qui plongent dans la mer. Le test à l'acide chlorhydrique à froid des roches qui composent ces falaises montre une effervescence.

A l'aide des documents 11 et 12, déterminez la roche qui compose la falaise de Bonifacio, et discuter des conditions paléoenvironnementales de formation de cette roche.



Document 11: Lame mince d'une roche similaire à celle des falaises de Bonifacio.



Document 12: Photographie d'une falaise à Bonifacio. Une zone encadrée est zoomée en bas à gauche. Hauteur de la photo : 10 m. Photographie : Matthias Schultz.

FIN DU SUJET DE SCIENCES DE LA TERRE ET BIOGEOSCIENCES

Biologie – Thème : les espèces invasives de fourmis et leurs impacts sur les écosystèmes

Différentes espèces de fourmis sont étudiées dans les parties 1 à 3. Chaque espèce de fourmi sera désignée par les initiales de leur nom de genre et d'espèce, comme dans le tableau ci-après pour la partie 1. Pour gagner du temps, le candidat est invité à utiliser les mêmes abréviations dans ses réponses.

Espèce	Abréviation
<i>Crematogaster limata</i>	Cl
<i>Pheidole fallax</i>	Pf
<i>Pheidole embolopyx</i>	Pe
<i>Wasmannia auropunctata</i>	Wa

Partie 1 : Étude de la petite fourmi *Wasmannia auropunctata* dans son écosystème d'origine en Guyane

1.1. Répartition de *W. auropunctata* dans les écosystèmes.

La petite fourmi *W. auropunctata* est une fourmi tropicale qui se trouve naturellement en Amérique du Sud. Elle vit en colonies dans des nids où se trouve la reine. Il s'agit d'une espèce omnivore, se nourrissant aussi bien de nectar que de débris végétaux ou de cadavres d'arthropodes. La Guyane abritant à la fois des zones aménagées par l'Homme et des forêts primaires, la présence de *W. auropunctata* a été recherchée en plaçant régulièrement des séries d'appâts entre la route et la

forêt (**document 1-A**). On étudie aussi leur répartition entre le sol et les arbres dans des marigots, des fonds de vallées inondables au sein des forêts primaires (**document 1-B**).

Document 1-A : Fréquence d'occupation des appâts par *W. auropunctata* sur différents sites entre la route et la forêt primaire.

20 sites espacés de 500 mètres ont été échantillonnés.

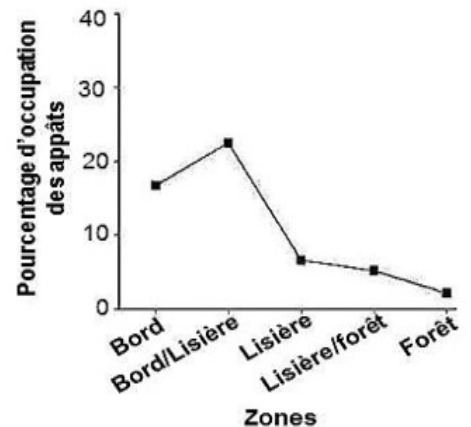
Bord : zone herbacée jouxtant la route,

Bord/lisière : zone où coexistent herbacées et quelques arbustes pionniers.

Lisière : forêt secondaire remise en place après la déforestation pour l'aménagement de la route.

Lisière/forêt : écosystème frontière entre la forêt secondaire et la forêt primaire.

Forêt : forêt primaire non modifiée par l'Homme.



Lieux des appâts	Pourcentage d'occupation par <i>W. auropunctata</i>	Pourcentage de sites non occupés
Sol	18	3
Tronc	6	37

Document 1-B : Occupation des appâts au sol ou sur des troncs d'arbres par différentes espèces de fourmis dans des vallées fréquemment inondées au sein des forêts primaires.

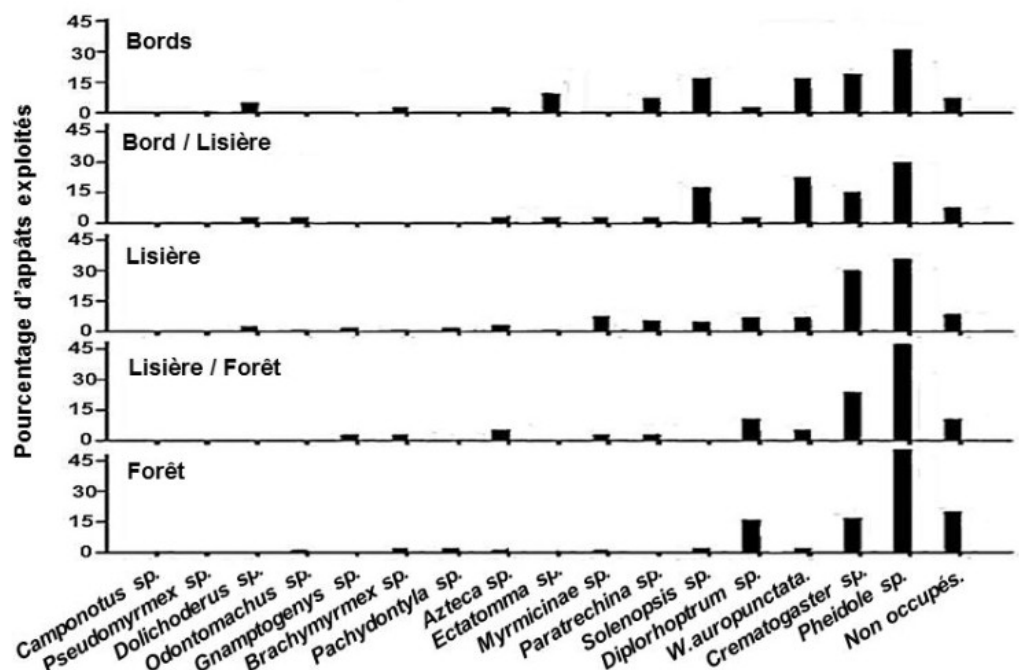
Document 1 : Répartition spatiale de *W. auropunctata* sur quelques sites en Guyane.

Question 1. Décrire la répartition de *W. auropunctata* dans les zones étudiées et formuler au moins deux hypothèses explicatives.

Afin de mieux comprendre cette répartition, les différentes espèces de fourmis trouvées sont relevées pour chaque appât au bout de 60 minutes dans les zones étudiées précédemment (document 2). Seuls les genres sont indiqués, sauf pour *W. auropunctata*.

Document 2 : Distribution de différentes espèces de fourmis dans différentes zones partant du bord de route en Guyane.

Non occupés : les appâts n'ont pas été exploités par les fourmis.



Question 2.a. Présenter brièvement (10 lignes maximum) quatre types de relations interspécifiques qui peuvent exister entre deux organismes au sein d'un écosystème, accompagné à chaque fois d'un exemple.

Question 2.b. Analyser le document 2 et proposer une explication à la répartition de *W. auropunctata*.

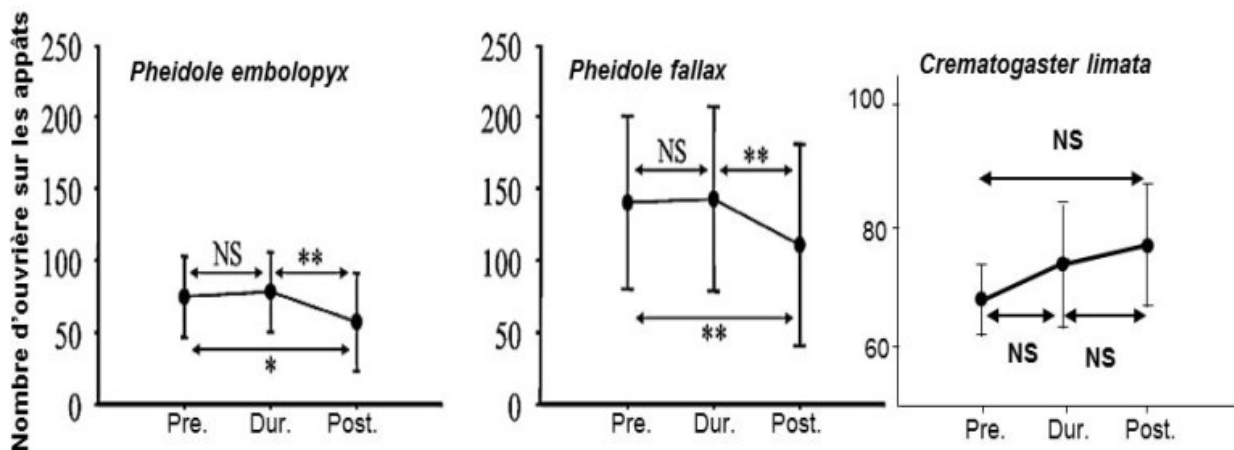
1.2. Interactions de *W. auropunctata* avec les autres fourmis.

Afin de mieux caractériser les interactions entre *W. auropunctata* et d'autres espèces de fourmis, des expériences d'introduction et de suivi de mise en contact sont réalisées.

On introduit, dans un jardin réalisé en laboratoire contenant des appâts exploités par une espèce résidente de fourmi, un tube contenant des individus de *W. auropunctata*. Le nombre d'ouvrières résidentes est compté avant l'introduction, 20 minutes après l'introduction et 30 minutes après le retrait des fourmis introduites (**document 3-A**).

Les fourmis du genre *Pheidole* sont constituées de deux catégories, de petites ouvrières et de plus grands soldats. Le nombre moyen de soldats recrutés autour de l'appât suite à l'introduction dans l'expérience précédente est également suivi (**document 3-B**).

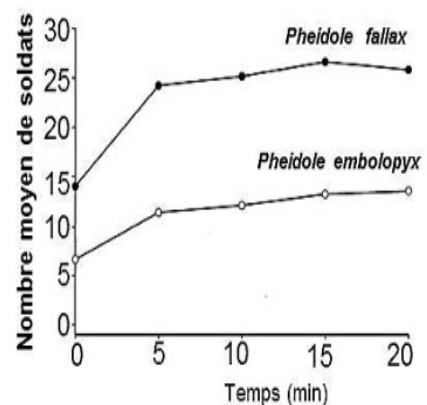
Enfin, une fourmi *W. auropunctata* est mise en contact en boîte de Pétri avec une fourmi d'une autre espèce en présence de nourriture afin de regarder précisément les interactions entre ces fourmis (**document 3-C**).



Document 3-A : Nombre d'ouvrières de trois espèces de fourmis résidentes sur les appâts avant l'introduction de *W. auropunctata* (Pre), 20 minutes après l'introduction (Dur.) et 30 minutes après le retrait (Post.).

NS : différence non significative. *, ** : différence significative.

Document 3-B : Nombre moyen de soldats du genre *Pheidole* sur les appâts après introduction de *W. auropunctata*.



Document 3-C : Bilan des contacts entre *W. auropunctata* (*Wa*) et les fourmis *Pheidole embolopyx* (*Pe*) ou *Pheidole fallax* (*Pf*) ou *Crematogaster limata* (*Cl*). La victoire de l'individu se traduit par la mort de l'autre combattant.

Espèces en contact	Victoire de l'individu après contact (en %)			
	<i>Wa</i>	<i>Pe</i>	<i>Pf</i>	<i>Cl</i>
<i>Wa - Pe</i>	1	99		
<i>Wa - Pf</i>	21		79	
<i>Wa - Cl</i>	52			48

Document 3 : Interactions entre fourmis lors d'expériences d'introductions de *W. auropunctata*.

Question 3.a. Analyser les résultats du document 3 et conclure sur le type d'interactions entre *W. auropunctata* et les fourmis du genre *Pheidole* d'une part, puis entre *W. auropunctata* et *C. limata* de l'autre.

Question 3.b. A partir de l'ensemble de vos conclusions sur les documents 1 à 3, expliquer en quelques lignes la répartition de *W. auropunctata* en Guyane.

Partie 2 : Arrivée de l'espèce invasive *Linepithema humile*

Les espèces étudiées ici diffèrent de la partie 1. Chaque espèce de fourmi sera désignée comme précédemment par les initiales de leur nom de genre et d'espèce, comme dans le tableau ci-après. Pour gagner du temps, le candidat est invité à utiliser les mêmes abréviations dans ses réponses.

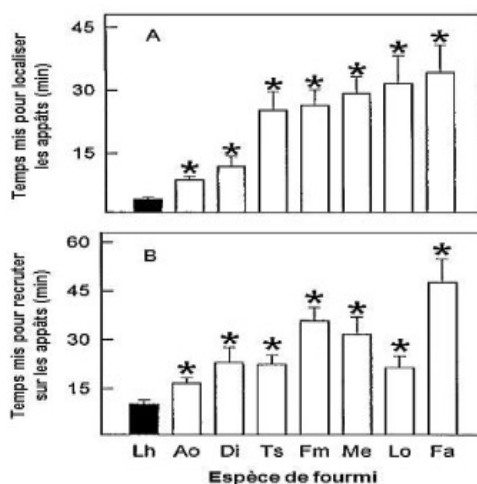
Espèce	Abréviation	Espèce	Abréviation
<i>Aphaenogaster occidentalis</i>	Ao	<i>Linepithema humile</i>	Lh
<i>Camponotus semitestaceus</i>	Cs	<i>Liometopum occidentale</i>	Lo
<i>Doryrmex insanus</i>	Di	<i>Messor andrei</i>	Ma
<i>Formica aerata</i>	Fa	<i>Monomorium ergatogyna</i>	Me
<i>Formica moki</i>	Fm	<i>Tapinoma sessile</i>	Ts
<i>Formica subpolita</i>	Fs		

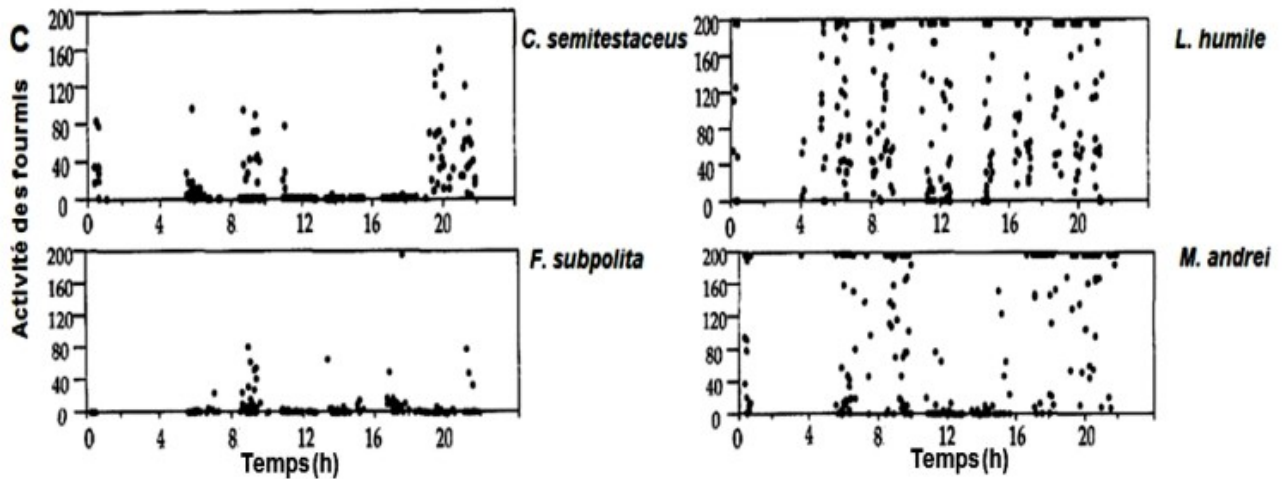
La fourmi d'Argentine *Linepithema humile* (Lh) a envahi de nombreux écosystèmes dans le monde. Pour comprendre son succès, certains aspects de sa biologie sont comparés avec celle des espèces natives des régions colonisées (**document 4**).

Documents 4-A et 4-B : Temps pour localiser (A) et recruter des ouvrières sur les appâts (B).

Des appâts sont placés à 1 m des entrées de chaque nid. Le temps de localisation est le temps mis par une ouvrière pour trouver la ressource et le temps de recrutement est le temps nécessaire pour recruter 5 ouvrières et commencer à exploiter la ressource.

* : valeurs significativement différentes.





Document 4-C : Activité journalière (en nombre d'entrées et de sorties de fourmis du nid) de *L. humile* et de trois autres espèces natives (*Camponotus semitestaceus*, *Formica subpolita* et *Messor andrei*) sur 24h.

Document 4 : Exploitation de ressources et activité journalière de *L. humile* par rapport à quelques espèces natives de fourmi.

Question 4a. Analyser les résultats des documents 4-A à 4-C, afin de déterminer comment *L. humile* exploite le nouveau milieu.

Question 4b : Définissez ce qu'est la niche écologique d'une espèce.

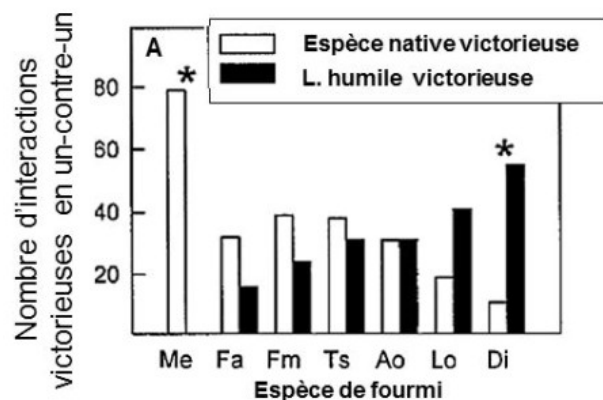
Question 4c : D'après les documents 4, expliquez les conséquences de la présence de *Linepithema humile* sur la niche écologique des espèces natives.

Le comportement de *L. humile* envers les espèces natives est également étudié (document 5).

Une fourmi de l'espèce *L. humile* est mise en contact dans une boîte de Pétri avec une fourmi d'une espèce native du document 4. On dénombre pour chaque contact quelle fourmi remporte le combat.

Document 5 : Interactions entre *L. humile* et quelques espèces natives de fourmi.

Les astérisques indiquent des valeurs significativement différentes en A.



Question 5.a. Analyser les résultats du document 5 et proposer des hypothèses permettant de les expliquer.

Question 5.b. À partir de vos conclusions précédentes dans cette partie, expliquer en quelques lignes comment *L. humile* peut envahir efficacement un nouvel écosystème.

Partie 3 : Quand des espèces invasives se rencontrent

Différentes espèces invasives de fourmis sont étudiées ici, avec les mêmes modalités de désignation que précédemment. Pour gagner du temps, le candidat est invité à utiliser les mêmes abréviations dans ses réponses.

Espèce	Abréviation	Espèce	Abréviation
<i>Anoplolepis gracilipes</i>	Ag	<i>Paratrechina longicornis</i>	PI
<i>Lasius neglectus</i>	Ln	<i>Pheidole megacephala</i>	Pm
<i>Linepithema humile</i>	Lh	<i>P. megacephala et soldats</i>	Pm + S
<i>Myrmica rubra</i>	Mr	<i>Wasmannia auropunctata</i>	Wa

Les espèces invasives progressent rapidement. Il arrive donc régulièrement qu'elles rencontrent une autre espèce invasive. Pour déterminer les conséquences écologiques de ces rencontres, des interactions un-contre-un ou groupe contre groupe ont été réalisées (**document 6**) afin de déterminer pour chaque espèce un indice de survie (SI), un indice de meurtre (KI) et un indice de dominance (DI), calculés à l'aide des formules suivantes :

$SI = \frac{A+0,5I}{N}$	$KI = \frac{D+0,5I}{N}$	$DI = \frac{KI}{1-SI}$
A= nombre de survivants I= nombre de blessés N= nombre total de fourmis	D= nombre de morts dans le groupe opposé I= nombre de blessés dans le groupe opposé N= nombre total de fourmis	

Document 6-A : Indice de dominance de sept espèces invasives.

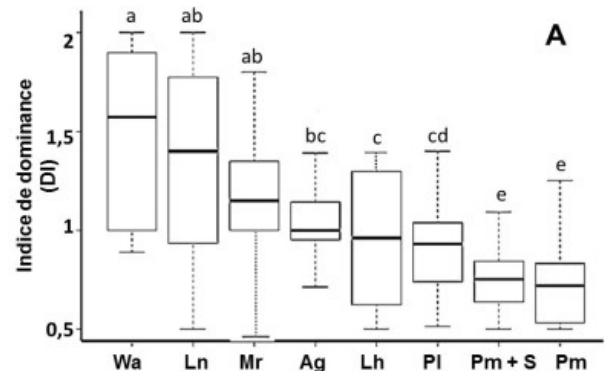
Les abréviations sont celles données en introduction de la partie 3.

Trait épais : médiane

Rectangle : écart entre le 1^{er} quartile (bas) et le 3^e quartile (haut)

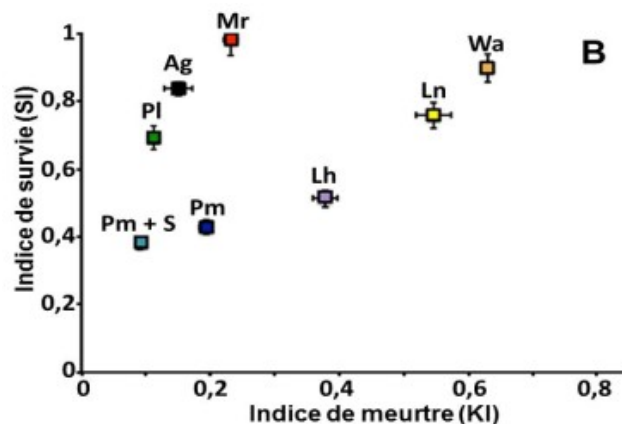
Les petites barres (moustaches) représentent les valeurs maximales et minimales obtenues.

Les lettres a à e représentent des analyses statistiques significativement différentes.



Document 6-B : Indice de survie et de meurtre.

Les abréviations sont celles données en introduction de la partie 3.



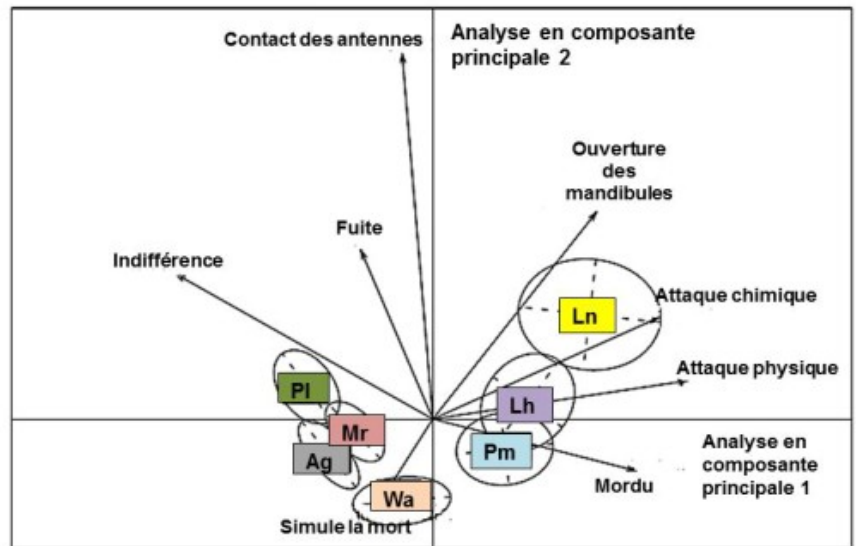
Document 6 : Survie, meurtre et dominance lors d'interactions entre espèces invasives.

Question 6. Analyser les documents 6-A et 6-B pour déterminer et expliquer les éventuelles dominances entre espèces invasives.

Pour mieux comprendre les interactions entre espèces invasives, les comportements sont observés lors d'interactions entre espèces invasives (**document 7**).

Les deux axes représentent les deux composantes principales d'analyse. Il s'agit d'une méthode statistique permettant d'extraire de jeux de données complexes les principales composantes permettant d'expliquer les résultats obtenus.

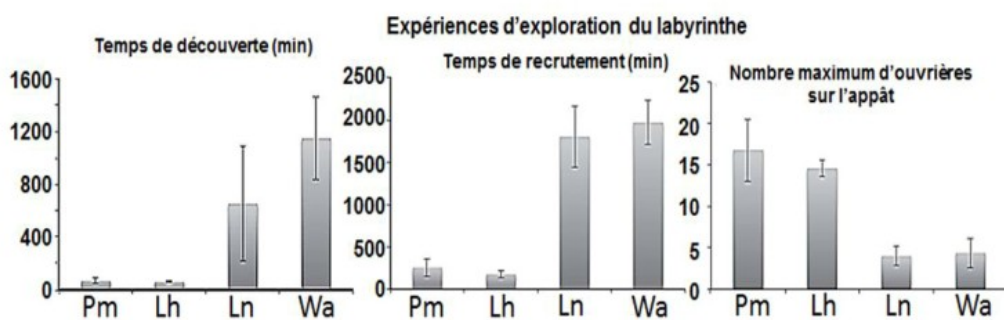
Document 7 : Analyse en composantes principales associant les différentes espèces étudiées et les comportements observés.



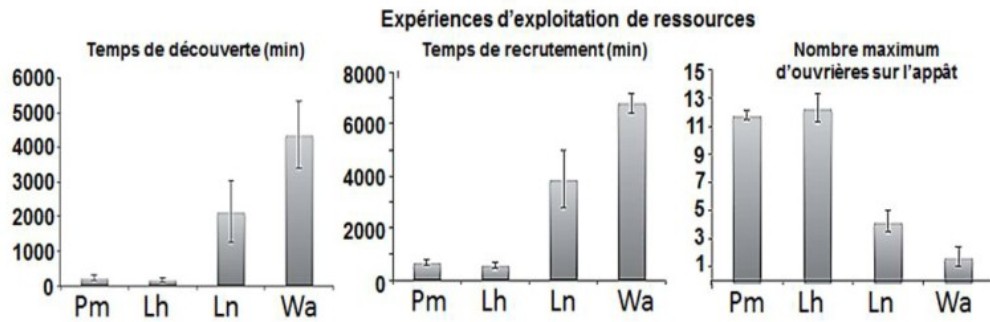
Question 7.a. Proposer un titre pour chacun des axes d'analyse en composante principale de ce graphique.

Question 7.b. Analyser le document 7 et faites le lien avec les dominances déterminées au document 6 pour caractériser les principales stratégies offensives et défensives des espèces de fourmis invasives.

Pour compléter l'étude, on étudie chez 4 espèces invasives leur faculté d'exploration d'un labyrinthe à la recherche d'une ressource depuis leur nid (**document 8-A**) ainsi que leur capacité à exploiter une ressource visible depuis le nid (**document 8-B**).



Document 8-A : Capacités d'exploration du labyrinthe à la recherche d'une ressource



Document 8-B : Capacités d'exploitation d'une ressource visible depuis le nid.

Document 8 : Exploration et exploitation de ressources par des fourmis invasives.

Question 8.a. Analyser les documents 8-A et 8-B pour comparer les capacités d'exploration du milieu et d'exploitation des ressources par les différentes espèces de fourmis invasives. Comparer les résultats aux indices de dominance du document 6.

Question 8.b. À partir des résultats acquis dans cette partie, résumer les principales stratégies évolutives sélectionnées chez les espèces invasives leur permettant de se maintenir dans un milieu envahi, même en cas d'invasion secondaire.

FIN DU SUJET DE BIOLOGIE