

## Liste des exercices

---

---

### 2. Statistiques descriptives

---

#### EXERCICE 1

Voici une liste d'observations ou de mesures diverses.

- 1) la longueur de la patte arrière droite d'un kangourou
- 2) la couleur des cheveux de votre voisin de gauche (voisin du domicile)
- 3) la réaction (la souris fuit ou ne fuit pas) d'une souris à qui on présente un chat empaillé
- 4) le nombre de poussins du sexe mâle dans une nichée de mésange bleue
- 5) le rendement d'une parcelle cultivée
- 6) le numéro du maillot d'un joueur de rugby
- 7) l'espèce à laquelle appartient chaque poisson capturé dans un filet dérivant
- 8) la nature de la base azotée du 3<sup>e</sup> nucléotide des codons correspondant aux acides aminés Alanine, Leucine et Valine
- 9) cépage le plus utilisé par un viticulteur
- 10) la catégorie (super-légers, mi-lourds, lourds...) dans laquelle évolue un boxeur
- 11) la quantité de tiques portées par un chevreuil
- 12) la vitesse maximum d'un guépard atteinte lors de la poursuite d'une proie
- 13) le classement d'un athlète au marathon de New-York
- 14) le nombre de feuilles d'un chêne de 2 ans
- 15) le volume du feuillage d'un chêne de 2 ans
- 16) les deux derniers chiffres de la plaque d'immatriculation d'une voiture en France
- 17) l'indice de confiance des prévisions météo
- 18) la mention que vous avez obtenue au BAC
- 19) la proportion de globules rouges d'un humain parasités par *Plasmodium* (agent de la malaria)
- 20) les stades larvaires d'une espèce d'insecte

#### QUESTIONS

Pour chaque observation, précisez les entités (individus statistiques) auxquelles se rattachent ces observations/mesures. Précisez quand cela est possible quelle est la population statistique visée. Enfin, précisez le type de donnée considérée.

#### EXERCICE 2

#### EXERCICE 3

Le milieu urbain est un habitat relativement récent dans l'histoire des organismes vivants. De nombreuses espèces ont récemment colonisé cet habitat. Par exemple, on rencontre aujourd'hui très fréquemment des espèces d'oiseaux qui n'occupaient à l'origine que des

habitats forestiers telles que le merle noir, le pigeon ramier, ou encore la chouette hulotte. Une question se pose alors : ces espèces s'adaptent-elles à leur nouvel environnement?

Une étude a été conduite sur l'écologie de la chouette hulotte pour comparer son régime alimentaire dans deux habitats différents : un milieu agricole correspond à une mosaïque de prairies et forêts, et un milieu urbain. Le régime alimentaire de ce rapace a été déterminé à partir de l'analyse de pelotes de réjection collectées dans ces deux types d'habitats. Le tableau suivant donne le nombre de proies de chaque type identifié dans les pelotes récoltées.

|             | Milieu urbain | Milieu agricole |
|-------------|---------------|-----------------|
| Musaraignes | 39            | 567             |
| Mulots      | 97            | 296             |
| Campagnols  | 116           | 365             |
| Souris      | 368           | 165             |
| Rats        | 252           | 63              |
| Oiseaux     | 543           | 472             |
| Amphibiens  | 167           | 378             |
| Reptiles    | 39            | 289             |
| Insectes    | 175           | 379             |

1. Le régime alimentaire de la chouette hulotte varie-t-il entre le milieu urbain et le milieu agricole? Vous argumenterez votre réponse en vous aidant d'un graphique illustrant ces données.
2. Pourriez-vous regrouper certaines catégories de proies? Si oui, cela changerait-il votre réponse à la question 1?
3. Selon leur régime alimentaire, on distingue chez les animaux généralistes, qui peuvent consommer un large éventail d'aliments, et les spécialistes, dont le spectre d'aliments consommés est plus restreint. D'après les données sur le régime alimentaire de la chouette hulotte, considérez-vous cette espèce comme généraliste ou spécialiste?
4. Comment aurait-on pu mesurer autrement la quantité respective de chaque type de proie dans les pelotes de réjection? Obtiendrait-on les mêmes graphiques?

## **EXERCICE 4**

Dans le but d'étudier la croissance de plusieurs espèces de poissons en lac, un biologiste spécialiste en ichtyologie s'intéresse à une espèce particulière : la perche. Il a échantillonné à l'aide de filets 56 individus dont il a ensuite mesuré la longueur (en centimètres). La liste des données qu'il a ainsi recueillies est la suivante :

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 6.8  | 21.8 | 24.1 | 28.6 | 35.9 | 44.8 |
| 11.9 | 21.9 | 24.7 | 28.9 | 37.9 | 44.9 |
| 15.2 | 22.0 | 24.8 | 29.0 | 38.7 | 45.1 |
| 15.4 | 22.4 | 25.1 | 29.3 | 39.1 | 48.1 |
| 16.4 | 22.4 | 25.6 | 29.4 | 40.3 | 48.6 |
| 17.8 | 22.8 | 26.4 | 32.5 | 40.9 | 49.2 |
| 18.4 | 22.8 | 26.8 | 33.4 | 41.7 |      |
| 20.1 | 23.8 | 26.8 | 34.1 | 42.1 |      |
| 20.2 | 23.9 | 27.4 | 35.6 | 42.7 |      |
| 20.7 | 24.0 | 28.1 | 35.8 | 42.8 |      |

1. Calculez la longueur moyenne des perches capturées, ainsi que la variance de cette longueur.
2. Calculez la médiane et l'interquartile de la longueur des perches capturées.
3. Comparez moyenne et médiane d'une part, et variance et interquartile d'autre part. Quelle information tirez-vous de cette comparaison?
4. Représentez graphiquement la série de données en utilisant un découpage en classes que vous choisirez. Commentez ce graphique.
5. Calculez la longueur moyenne des perches à partir des données groupées en classes (cf question 4). Comparez cette valeur à celle obtenue à la question 1. Cela vous semble-t-il "normal"?
6. Représentez graphiquement la série de données en utilisant le découpage en classe suivant : intervalle de classes de 5 cm, première classe commençant à 0, bornes inférieures incluses et bornes supérieures exclues. Commentez ce graphique et comparez-le au précédent. Que pensez-vous des statistiques descriptives que vous avez calculées aux questions 1 et 2?

## EXERCICE 5

Dans l'étude de la répartition de la végétation en fonction de divers facteurs écologiques, on utilise une carte au 1/200000 sur laquelle sont représentées les séries de végétation. On superpose une grille dont la maille est de 1cm. Des renseignements annexes fournissent, pour chaque point de la grille, la température moyenne  $T$  en °C, la pluviosité annuelle moyenne  $P$  en mm, et la nature du sol. En étudiant la région de Limoges, on a ainsi obtenu pour la population constituée par les points étudiés :

Pour le chêne pédonculé :

|           |           |           |            |             |             |             |             |
|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| P         | ]700;800] | ]800;900] | ]900;1000] | ]1000;1100] | ]1100;1200] | ]1200;1300] | ]1300;1400] |
| effectifs | 10        | 85        | 185        | 122         | 138         | 43          | 15          |

|           |             |             |             |             |             |             |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| P         | ]1400;1500] | ]1500;1600] | ]1600;1700] | ]1700;1800] | ]1800;1900] | ]1900;2000] |
| effectifs | 12          | 13          | 10          | 6           | 5           | 1           |

|           |       |       |        |         |         |         |
|-----------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| T         | ]7;8] | ]8;9] | ]9;10] | ]10;11] | ]11;12] | ]12;13] |
| effectifs | 4     | 25    | 109    | 250     | 205     | 52      |

|           |        |           |            |
|-----------|--------|-----------|------------|
| Sols      | Acides | Calcaires | Montagneux |
| effectifs | 502    | 49        | 94         |

Pour le chêne pubescent :

|           |           |           |            |             |
|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|
| P         | ]700;800] | ]800;900] | ]900;1000] | ]1000;1100] |
| effectifs | 14        | 103       | 37         | 3           |

|           |         |         |
|-----------|---------|---------|
| T         | ]11;12] | ]12;13] |
| Effectifs | 34      | 123     |

|      |        |           |
|------|--------|-----------|
| Sols | Acides | Calcaires |
|------|--------|-----------|

1. En assimilant chaque classe à son centre, calculer la pluviosité moyenne pour les zones où vivent le chêne pédonculé et le chêne pubescent. Calculer les écarts type correspondant à ces deux séries statistiques et les coefficients de variation.
2. Calculer de même les températures moyennes et les écarts type correspondants.
3. Construire deux graphiques pour visualiser la comparaison de la nature des sols habités par le chêne pédonculé et le chêne pubescent. Quel paramètre de position peut-on utiliser pour décrire (et comparer) ces graphiques?
4. Quelles conclusions écologiques pouvez-vous tirer de l'ensemble de ces résultats ?

---

### **3. Probabilités**

---

#### **EXERCICE 6**

Un entomologiste étudie une espèce de coccinelle du Guatemala. La population sur laquelle il travaille est composée de 60% de femelles et de 40% de mâles. On y rencontre des individus de deux couleurs : marron (70% des individus) et jaune (30% des individus). La moitié de la population est composée de femelles de couleur marron.

1. Quelle est la probabilité de piéger dans cette population un insecte femelle ou marron?
2. Si l'insecte capturé est une femelle, quelle est la probabilité qu'il soit marron? Jaune?
3. Si l'insecte capturé est un mâle, quelle est la probabilité qu'il soit marron? Jaune?

#### **EXERCICE 7**

Pour les besoins d'une expérience, un biologiste voudrait pouvoir distinguer individuellement toutes les abeilles d'une ruche. Pour cela, il dispose de petites pastilles colorées (rouges, jaunes, bleues, vertes, blanches, noires, et grises) et numérotées de 0 à 100.

1. Combien d'abeilles au maximum peut-il marquer sans ambiguïté?
2. Parmi les 20 butineuses réellement actives sur la source de nectar mise en place pour l'étude, le biologiste voudrait en capturer 5 pour les disséquer tandis que les 15 autres continuent de butiner normalement. Combien de quintuplets différents est-il possible de faire?

#### **EXERCICE 8**

Certains auteurs pensent que chez les cervidés (cerf, renne, daim, chevreuil...) le sexe des faons est influencé par le rang des parents dans le groupe (mâle ou femelle dominante), l'âge de la mère et son histoire de reproduction (le nombre de jeunes qu'elle a déjà mise bas). Prenons l'exemple d'une femelle ayant eu cette séquence de naissance en 6 reproductions : 1 mâle, puis 1 mâle, puis 1 mâle, puis 1 femelle, puis 1 femelles et enfin 1 femelle. Si on suppose que la naissance d'un mâle ou d'une femelle sont équiprobables et que toutes les naissances sont bien indépendantes, quelle est la probabilité de donner naissance à d'abord 3 mâles puis ensuite 3 femelles? Commentez ce résultat.

## **EXERCICE 9**

La bactérie *Escherichia coli*, autrement appelé colibacille est un microorganisme très commun de la microflore commensale intestinale de l'homme et des animaux à sang chaud. Certaines souches sont parfaitement inoffensives alors que d'autres sont à la base de pathologies parfois mortelles et sont suivies à ce titre par l'observatoire de la biodiversité de bactéries pathogènes émergentes à l'Institut Pasteur. Pour une analyse, 150 colonies sont mises en culture : 110 colonies de bactéries non pathogènes, et 40 colonies de bactéries pathogènes. Les microbiologistes prélèvent au hasard 12 colonies parmi les 150 mises en culture. Quelle est la probabilité pour que ces 12 colonies

1. ne comportent aucune bactérie pathogène?
2. ne comportent que des bactéries pathogènes?
3. comportent autant de colonies pathogènes que de non pathogènes?

## **EXERCICE 10**

Parmi une collection de 100 échantillons de roches, on en a dénombré 25 présentant des sulfures et 17 possédant des cristaux d'oxydes. Seulement 9 échantillons présentaient à la fois des sulfures et des oxydes. On choisit au hasard un échantillon de roche dans cette collection. Quelle est la probabilité pour que l'échantillon retenu possède au moins un des deux caractères : présence de sulfure ou présence d'oxyde?

## **EXERCICE 11**

Dans le cadre d'une étude sur l'influence des liens de parenté, on regroupe dans un même aquarium dix alevins issus d'une même ponte et dix alevins issus d'une autre ponte (par d'autres parents). On les laisse se mélanger, s'acclimater et s'habituer les uns aux autres pendant plusieurs jours. Puis on en capture deux au hasard afin de réaliser des tests comportementaux par paire. Quelle est la probabilité que les deux poissons choisis soient frères et/ou sœurs?

## **EXERCICE 12**

Dans une certaine population, il y a 45% de fumeurs et 35% de personnes atteintes de bronchite chronique. Sachant que parmi les fumeurs il y a 65% de bronchiteux, calculez la probabilité pour qu'une personne atteinte de bronchite soit fumeur.

## **EXERCICE 13**

Dans une expérience sur la détermination du domaine vital de la truite, des chercheurs installent des radio-émetteurs sur les poissons. Si l'on tient compte du fait qu'un appareil sur cinq devient très vite inopérant à cause d'une défectuosité quelconque, qu'un poisson sur huit meurt durant l'expérience des suites de l'opération d'implantation de l'émetteur, de mort naturelle ou de capture par un pêcheur, quelle est la probabilité qu'un poisson muni d'un émetteur puisse être suivi pendant toute la durée de l'expérience?

### **EXERCICE 14**

Un botaniste étudie une maladie bactérienne du pommier. Il effectue une large prospection sur de nombreux pommiers de la variété "Douce Régine". 60% des arbres prospectés ont des fleurs roses et le reste possède des fleurs blanches. 30% de ces pommiers montrent des signes d'une atteinte par la maladie bactérienne recherchée. Un pommier sur dix possède des fleurs roses et montre les signes de la maladie.

1. Quelle est la proportion de pommiers possédant des fleurs blanches et montrant des signes de la maladie?
2. Quelle est la probabilité pour un pommier à fleurs blanches d'être infecté par la maladie?
3. Quelle est la probabilité pour un pommier à fleurs roses d'être infecté par la maladie?
4. Est-ce que la couleur des fleurs et la résistance à la maladie sont deux caractères indépendants? Qu'en déduisez-vous?

### **EXERCICE 15**

De nombreuses études ont montré que la plupart des médecins ne comprennent pas bien la signification de certains tests de dépistage. Il en résulte une mauvaise communication de leur part. Par exemple, on a demandé à des médecins ayant une expérience professionnelle moyenne de 14 ans d'envisager l'utilisation d'un test X pour détecter le cancer colorectal. La prévalence de ce cancer (proportion de la population touchée par ce cancer) était de 0.3%, la sensibilité du test était de 50% (1 "chance" sur 2 de détecter le cancer s'il est présent), et le taux de faux-positifs (proportion de non malades déclarés positifs par le test) était de 3%. On a posé la question suivante à ces médecins : quelle est la probabilité qu'une personne ayant un test positif ait réellement un cancer? Les réponses obtenues allaient de 1% à 99%, avec une moitié des médecins estimant cette probabilité à 50% (=sensibilité) ou 47% (=sensibilité – taux de faux-positifs). La variabilité de ces réponses n'est pas très rassurante... En fait la réponse correcte est environ 5%. Pourquoi?

### **EXERCICE 16**

Un biologiste étudie la perche canadienne, une espèce de poisson fréquente en Amérique du Nord. Il s'intéresse à la résistance de ces poissons aux bactéries pathogènes. Il échantillonne au hasard des perches dans un lac et détermine si chaque individu échantillonné est infecté(I) ou non ( $\bar{I}$ ) par ces bactéries. Il détermine aussi l'âge des poissons et établit 2 classes d'âge : les juvéniles (J) et les adultes (A).

Dans son échantillon, 22% des individus sont des juvéniles. Parmi les individus juvéniles, on observe 55% d'individus infectés par les bactéries pathogènes. Par ailleurs, 83.5% des individus non infectés sont des adultes.

- 1) Quelle est la probabilité qu'une perche tirée au hasard dans cet échantillon soit un juvénile non infecté par les bactéries?
- 2) Quelle est la proportion de perches infectées par les bactéries.
- 3) Quelle est la probabilité qu'une perche adulte soit infectée par les bactéries?
- 4) Que peut-on conclure quant à la résistance des adultes et des juvéniles aux bactéries pathogènes?

---

#### **4&5. Variable aléatoire et grandes lois**

---

### **EXERCICE 17**

Les personnes du groupe sanguin O négatif (O-) sont dits donneurs universels car leur sang peut être donné à n'importe quelle autre personne (quel que soit son groupe sanguin). Au Canada, 7.2% de la population ont du sang de type O-.

Un bus du don du sang reçoit un groupe de 20 personnes. Quelle est la probabilité que parmi ces donneurs on trouve :

- 1) 2 donneurs universels ?
- 2) Au moins 1 donneur universel ?
- 3) Plus de deux donneurs universels ?
- 4) Aucun donneur universel ?

### **EXERCICE 18**

La probabilité de guérison du virus Ebola est de 10%. Imaginons que vous obtenez un échantillon de 16 personnes.

- a) Quel nombre de guérisons attendez-vous?
- b) Quelle est la probabilité que 5 personnes guérissent au maximum.
- c) Quelle est la probabilité qu'au moins 5 personnes guérissent.
- d) Quelles t la probabilité que 5 personnes exactement guérissent.

### **EXERCICE 19**

Un ichtyologue étudie une espèce de chabot. Il échantillonne cette espèce en utilisant un filet en forme de V qu'il lance depuis le bord de l'eau et qu'il ramène ensuite. D'après sa longue expérience d'échantillonnage de cette espèce, il sait qu'il attrapera en moyenne 2 individus par lancer. Représenter graphiquement la fonction de densité de la variable aléatoire X correspondant au nombre d'individus capturés avec un lancer de filet (en considérant les valeurs de X de 0 à 10).

- a) Quelle est la probabilité de n'attraper aucun individu avec un lancer?
- b) Quelle est la probabilité de capturer moins de 6 individus avec un lancer?

c) Quelle est la probabilité de capturer entre 3 et 6 individus avec un lancer?

## **EXERCICE 20**

Le bombyx ptyocampe est un lépidoptère dont les chenilles, dites chenilles processionnaires, ont un mode de déplacement caractéristique en file indienne. Ces chenilles se nourrissent des aiguilles de plusieurs espèces de pins, ce qui peut entraîner pour les arbres des dommages importants. Une prospection réalisée dans le sud de la France montre qu'en moyenne, cette espèce de lépidoptère pond 3 paquets d'œufs par arbre.

Vous êtes en charge d'une plantation de pins dans le Vaucluse.

1. Quelle est la proportion d'arbres de votre plantation ne comportant aucune ponte de bombyx?
2. Quelle est la proportion d'arbres avec au moins 1 ponte?
3. Quelle est la proportion d'arbres avec un maximum de 3 pontes?
4. Quelles t la proportion d'arbres avec plus de 10 pontes?

## **EXERCICE 21**

Un batracologue affirme que la plupart des populations de grenouille léopard (*Rana pipiens*) ont une sex-ratio déséquilibrée en faveur des femelles. D'après lui, il y aurait au moins 60% de femelles dans ces populations. Vous avez des doutes sur cette affirmation et vous souhaitez la vérifier. Vous échantillonner donc plusieurs individus de cette espèce dans un étang. Vous capturez un total de 15 individus, dont 5 femelles et 10 mâles.

Que pensez-vous de l'affirmation de ce batracologue? Pour argumenter votre réponse, déterminer la probabilité d'obtenir un échantillon semblable au vôtre si cette personne a raison.

## **EXERCICE 22**

Au printemps, la truite se nourrit d'insectes qu'elle vient gober à la surface de l'eau. Entre chaque gobage, elle reste postée au même endroit sur le fond de la rivière. En observant plusieurs individus, vous avez établi qu'une truite venait se nourrir à la surface en moyenne 2 fois par minutes pendant la période de la journée avec la plus forte activité (juste avant le crépuscule). Si vous restez une heure au bord de la rivière, combien de minutes (entières) ne verrez-vous aucune activité à la surface de l'eau?

## **EXERCICE 23**

Une étude sur la nutrition des jeunes garçons américains âgés de 12 à 14 ans a montré que leur consommation de glucides est en moyenne de 124 g/1000cal, avec un écart-type de 20 g/1000cal. Cette étude a aussi montré que la distribution de cette consommation suivait une loi normale.

1. Quelle est la probabilité qu'un jeune américain (âgé de 12 à 14 ans) échantillonné au hasard dans la population ait une consommation de glucides inférieure à 140 g/1000cal?
2. Quelle est la probabilité qu'un jeune américain (âgé de 12 à 14 ans) échantillonné au hasard dans la population ait une consommation de glucides supérieure ou égale à 130 g/1000cal?
3. Si on considère qu'une consommation normale de glucides est une consommation comprise entre 94 g/1000cal et 154 g/1000cal, quelle proportion de la population (des garçons âgés de 12 à 14 ans) a une consommation normale de glucides?
4. Si vous échantillonnez au hasard 3 garçons dans cette population et que ces trois garçons ont tous les trois une consommation de glucides supérieure à 104 g/1000cal, que pouvez-vous penser de votre technique d'échantillonnage? Expliquez.
5. Mêmes questions si ces trois garçons ont tous une consommation inférieure à 104 g/1000cal.

## **EXERCICE 24**

Heyland et Scherrer (1971) ont mené une étude morphométrique sur la grande oie blanche. Ils cherchaient à mettre en évidence les variations de la taille des individus en fonction du sexe, de l'âge et de la phase colorée (blanche ou bleue). Ils ont mesuré 23 caractères, dont la longueur totale des individus. L'échantillon présenté ci-dessous se compose de 217 jeunes femelles de la phase blanche (moins d'un an) tuées lors de la chasse dans l'estuaire du Saint-Laurent. La distribution de fréquence des longueurs totales exprimées en millimètres est la suivante.

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| X = long. Totale<br>(centre de la classe) | 625 | 645 | 665 | 685 | 705 | 725 | 745 | 765 | 785 |
| Fréquence absolue                         | 1   | 1   | 0   | 9   | 57  | 72  | 58  | 16  | 3   |

La longueur moyenne calculée sur les données brutes est de 728.1 mm. Son écart-type est de 21.8 mm.

1. On admet que la longueur totale suit une distribution normale dans la population, et que les paramètres caractérisant cette distribution normale sont :

$$\bar{X} = 728.1mm \quad \text{et} \quad \sigma = 21.8mm$$

Quelle serait la distribution de fréquences de la longueur totale dans l'échantillon si il n'y avait aucune fluctuation d'échantillonnage (autrement dit, si la distribution de la longueur totale était parfaitement normale)? Utilisez le même découpage en classes que celui adopté pour l'échantillon ci-dessus.

Représentez graphiquement cette distribution de fréquences.

2. Représentez graphiquement la distribution de fréquence de la longueur totale observée dans l'échantillon.

Comparez ces 2 graphiques. Qu'en pensez-vous?

3. La grande oie blanche de sexe mâle la plus petite mesurait 680 mm. Quelle est la probabilité de trouver une jeune femelle de la phase blanche plus petite que ce dernier?
4. Dans quel intervalle de longueur totale devrions-nous trouver 95% des jeunes femelles de la phase blanche? (intervalle centré sur la moyenne)
5. Un chasseur a tué une jeune oie femelle dont la longueur totale était de 708.12 mm. Quelle est la probabilité que ce chasseur tue une autre oie femelle de même taille?
6. Considérons les 10% des jeunes oies femelles les plus grandes. A quelle valeur leurs longueurs sont-elles toutes supérieures?

---

## 6. Estimation et intervalle de confiance :

---

### **EXERCICE 25**

Une étude écotoxicologique a été réalisée sur les lions de mer des Galápagos, *Zalophus californianus*. Les 25 individus échantillonnés sont tous des femelles et étaient âgées de 3 à 5 ans. La concentration en métaux lourds (en  $\mu\text{g/l}$ ) chez ces individus est donnée dans le tableau suivant.

|      |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 4.8  | 8.4 | 7.1 | 5.9 | 7.6 |
| 6.9  | 8.4 | 6.2 | 7.1 | 5.9 |
| 5.1  | 5.6 | 5.9 | 6.2 | 6.5 |
| 10.7 | 7.2 | 5.2 | 4.3 | 5.9 |
| 5.1  | 3.4 | 5.1 | 5.8 | 8.3 |

1. Donner une estimation ponctuelle de la concentration moyenne de métaux lourds dans la population, et préciser la population statistique à laquelle s'adresse cette valeur.
2. Donner une estimation ponctuelle de l'écart-type de la concentration en métaux lourds dans cette même population.
3. Donner une estimation par intervalle de la concentration moyenne de métaux lourds dans la population avec un niveau de confiance de a) 90%, b) 95%, c) 99%. Comparer ces 3 intervalles.
4. Un scientifique affirme que la concentration moyenne en métaux lourds des lions de mer mâles des Galápagos est de  $7.2 \mu\text{g/l}$ . Les données produites par l'étude écotoxicologique contredisent-elles cette affirmation? Utilisez un test d'hypothèses pour argumenter votre réponse.

### **EXERCICE 26**

Deux ornithologues souhaitent estimer la concentration moyenne en testostérone circulante chez une espèce tropicale. Ils travaillent indépendamment l'un de l'autre et échantillonnent plusieurs oiseaux mâles pour lesquels ils dosent la quantité de testostérone dans le plasma sanguin.

Le premier capture 25 oiseaux et obtient les résultats suivants :

- concentration moyenne :  $1.4 \text{ ng/ml}$  de plasma
- écart-type =  $0.4 \text{ ng/ml}$  de plasma

Le second piège 30 oiseaux et obtient les résultats suivants :

- concentration moyenne :  $1.3 \text{ ng/ml}$  de plasma
- écart-type =  $0.5 \text{ ng/ml}$  de plasma

Lequel des 2 ornithologues fournit l'estimation de la concentration moyenne en testostérone la plus précise?

---

## 8. Test de comparaison de moyennes

---

### EXERCICE 27

Vous avez échantillonné 30 poulpes adultes au large des côtes Mauritanienes. On suppose que chez cette espèce, le poids est une variable distribuée selon une loi normale. Vous pesez chaque individu et vous obtenez les résultats suivants. Le poids moyen des 30 poulpes est de 2700gr et son écart-type est de 1158gr. Un spécialiste des poulpes vous affirme que cette espèce a un poids moyen de 3000gr. D'après ce que vous observez dans vos données, pouvez-vous considérer cette affirmation comme vraie. Répondez à la question en utilisant un test d'hypothèses.

### EXERCICE 28

Un forestier étudie la régénération des communautés végétales en forêt tropicale dans les chablis (petites zones dégagées dans la forêt suite à la chute d'arbres de grandes tailles). Il lit dans un journal scientifique que l'espèce *Dendrocnide excelsa* a une croissance dans les premières années **supérieure à 1.5 mètres** par an en pleine lumière. Ce forestier relève la présence de 30 spécimens de cette espèce dans un chablis. Il mesure la taille de ces 30 arbustes en 1998 et revient prendre les mêmes mesures 1 an plus tard. Les données ci-dessous représentent le changement de taille des 30 spécimens.

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.9 | 2.5 | 1.6 | 2.0 | 1.5 | 2.7 | 1.9 | 1.0 | 2.0 | 2.0 |
| 2.4 | 1.7 | 1.9 | 1.6 | 2.6 | 2.0 | 0.9 | 2.1 | 2.3 | 1.8 |
| 1.6 | 1.5 | 1.1 | 1.7 | 2.0 | 2.4 | 2.8 | 1.5 | 2.4 | 1.9 |

Les données que ce forestier a recueillies sur le terrain vont-elles à l'encontre des affirmations du journal? Répondez à la question en utilisant un test d'hypothèses. Vous utiliserez pour cela un risque de première espèce de a)  $\alpha=5\%$ , b)  $\alpha=1\%$ .

### EXERCICE 29

Vous êtes chargé d'une étude sur la physiologie d'une espèce de crabe. Une des questions auxquelles vous devez répondre est la suivante. En milieu aérien, la température corporelle du crabe est-elle la même que la température ambiante? Vous faites pour cela la petite expérience suivante. Vous exposez 40 crabes à la température de 23,5°C pendant 2 heures. Vous mesurez ensuite la température corporelle de chaque individu. La variance de la température corporelle de votre échantillon est de 1,8°C<sup>2</sup>. Précisez les étapes du test d'hypothèse que vous feriez pour répondre à la question. Pour quelles valeurs de température corporelle moyenne de l'échantillon répondriez-vous a) Oui ou b) Non à la question de départ?