

# Travail noté 1 Modélisation systémique à compartiments

Répondez aux quatre questions dans le gabarit que vous trouverez dans l'onglet *Ressources du cours*.

Les questions totalisent 70 points et comptent pour 15 % de la note finale.

## Questions

1. Définir les termes de modélisation suivants (**12 points**)
  - a) Une variable. (2 points)
  - b) Un paramètre. (2 points)
  - c) Une constante. (2 points)
  - d) Une variable d'état. (2 points)
  - e) L'état d'un système. (2 points)
  - f) La dynamique d'un système. (2 points)
2. Les boucles de rétroaction. (**15 points**)
  - a) Donnez un exemple d'une boucle de rétroaction négative. (5 points)
  - b) Donnez un exemple d'une boucle de rétroaction positive. (5 points)
  - c) Dans le modèle du cycle de l'azote, illustré à la [figure 2.2.1](#), repérez deux boucles présentes dans le système. Pour chaque boucle, listez les compartiments qui en font partie en suivant l'ordre par lequel le flux d'azote les traverse. (5 points)
3. Deaton et Winebrake utilisent une notation particulière pour représenter des modèles systémiques à compartiments. Selon cette notation ... (**8 points**)
  - a) Que représentent les compartiments? (2 points)
  - b) Que représentent les processus ? (2 points)
  - c) Que représentent les taux ? (2 points)
  - d) Que représentent les relations ? (2 points)

4. Vous devez modéliser le niveau de pollution d'un lac dans lequel une usine de textile rejette ses eaux usées. L'usine déverse du nonylphénol (NP), un produit chimique toxique, au taux de 4 kg/jour. Considérez le lac comme un système fermé (il n'y a pas d'évaporation ni d'infiltration au sol de NP) qui ne contenait aucun NP au début de la simulation, soit en 1930. **(15 points)**
- a) Dessinez un diagramme du système en utilisant la notation de Deaton et Winebrake. (5 points)
  - b) Écrivez l'équation décrivant l'évolution de la masse de NP dans le lac ( $m_{NP}(t)$ ). (5 points)
  - c) Quelle classe de dynamique décrit le mieux l'évolution de la masse de NP dans le lac en fonction du temps? En vous servant de l'équation trouvée en b, représentez de façon approximative le graphique de  $m_{NP}$  en fonction du temps de 1930 à 1980. (5 points)
5. En 1980, le gouvernement fédéral introduit une loi sur la gestion des substances toxiques. Cette loi oblige l'usine de textile à réduire les rejets de nonylphénol (NP) de 50 %. De plus, cette loi prévoit un programme d'assainissement des eaux. Une usine de filtration permettant l'élimination de 1 kg de NP par jour est alors construite sur le lac. **(15 points)**
- a) Dessinez un nouveau diagramme du système reflétant les conditions à partir de 1980. (5 points)
  - b) Écrivez la nouvelle équation décrivant l'évolution de la masse de NP dans le lac ( $m_{NP}(t)$ ). (5 points)
  - c) Représentez de façon approximative le graphique de la masse de NP dans le lac ( $m_{NP}(t)$ ) en fonction du temps, telle que prédite par le modèle de 1930 à 2020. Considérez à la fois les conditions avant et après 1980. (5 points)
6. La [figure 2.2.3](#) illustre le modèle systémique d'une communauté sur une île isolée. Considérons maintenant que la population de l'île est sujette à l'émigration et à l'immigration. De plus, supposons que l'émigration soit plus forte lorsque les ressources disponibles sont faibles. Modifiez le diagramme pour y ajouter ces nouveaux processus. **(5 points)**