

---

## Sujets de projet

### 13 mars 2025

---

Lors de la première séance, nous répartirons les sujets entre les différents groupes. Pour chaque projet, il s'agira d'effectuer des recherches sur le contexte scientifique, de préciser la question scientifique que vous souhaitez traiter, de choisir le modèle et l'outil mathématique adapté (parmi ceux que vous connaissez), d'écrire le modèle (représentation graphique et équations), de choisir comment le modèle sera analysé pour répondre à la question (simulations et/ou résolution analytique, choix des valeurs de paramètres, résultats et interprétation).

---

#### **SUJET 1 : Evolution du dimorphisme sexuel**

La sélection sexuelle a conduit à l'apparition de dimorphismes sexuels chez plusieurs espèces, notamment chez les oiseaux. La plupart du temps, les caractères sélectionnés constituent un désavantage pour la survie du mâle, l'exposant davantage aux prédateurs tandis que les femelles survivront plus longtemps et donneront naissance à leur descendance. Vous modéliserez l'évolution de caractères dimorphiques au cours de l'évolution en prenant en compte l'effet de la sélection sexuelle et de la sélection naturelle.

#### **SUJET 2 : Dynamique de la murmuration des oiseaux**

Le rassemblement des oiseaux en vol, notamment celui des étourneaux, leur permet de partager des informations utiles pour la recherche de nourriture ou d'abri pour la nuit. Cela leur permet aussi de réduire leur vulnérabilité aux prédateurs. Comment parviennent-ils à se déplacer de manière si synchronisée ? La coordination du nuage d'oiseaux repose sur des communications entre voisins les plus proches, vous modéliserez le déplacement d'un nuage d'oiseaux dans l'espace à partir de connaissances que vous aurez recueillies dans la littérature.

#### **SUJET 3 : Dynamique spatiale source-puits - Cas du VIH**

Les populations naturelles sont pour la plupart organisées en métapopulation - c'est-à-dire plusieurs sous-populations connectées par des flux migratoires d'individus. Quand nous évoquons le terme "source-puits" nous signalons que certaines populations sont maintenues uniquement grâce à un flux migratoire entre elles et des populations qui se trouvent dans des bonnes conditions environnementales, et donc capable de survivre sur plusieurs générations. Sans les populations dites "source" les populations "puits" s'éteindraient. Le VIH est un virus qui s'attaque aux cellules du système immunitaire portant des récepteurs CD4. Alors qu'il existe des traitements qui empêchent la réplication du VIH dans les cellules de l'hôte, il a été constaté que des virus restent dormant dans différents organes et continuent de l'organisme et continue à réintroduire des nouvelles molécules virales. Pour éviter qu'un individu séropositif (infecté avec le virus du VIH) développe un syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA), il faut faire en sorte que la charge virale qui circule reste suffisamment basse. Quelles seraient les meilleures stratégies de traitement ?

#### **SUJET 4 : Stérilité mâle cytoplasmique**

Chez les plantes nous observons une diversité de stratégies de reproduction, allant de l'hermaphrodisme (les individus produisent à la fois les gamètes mâles et femelles) à la dioécie (les individus sont soit mâle soit femelle). La gyno-dioécie est un système de reproduction rare avec des populations faites d'individus hermaphrodites et d'individus femelles. L'évolution de ce système a souvent été associé avec l'apparition d'une mutation dans la mitochondrie des individus qui empêche le développement des organes reproducteurs mâles. Cette mutation est transmise par la mère dans toutes les graines produites. Il a été constaté qu'une mutation dans l'ADN nucléaire permet le rétablissement de la production des gamètes mâles la betterave maritime *Beta maritima*. Ce phénomène a été observé dans plusieurs espèces, notamment Comment modéliser la dynamique de ces mutations dans une populations?

**SUJET 5 : Maintien du dialecte des oiseaux**

Plusieurs espèces d'oiseaux dont certains colibris et perroquets, ont des dialectes particuliers, c'est-à-dire que localement un chant particulier est chanté par la majorité des oiseaux, mais dans les parcelles voisines, les chants peuvent être différents. Comment ces dialectes apparaissent et se maintiennent? Pour le comprendre, vous pourrez modéliser la dynamique de la fréquence de deux chants dans deux parcelles voisines en prenant en compte l'accouplement assortatif (i.e un mâle et une femelle ont plus de chance de s'accoupler s'ils ont le même chant), la dispersion des juvéniles et l'apprentissage des chants par les juvéniles. Vous pourrez faire l'hypothèse que chaque oiseau ne maîtrise qu'un seul chant.

**SUJET 6 : Asynchronie entre deux espèces en interaction et impact de la variabilité biologique**

De nombreuses interactions entre espèces sont à l'œuvre dans la dynamique des communautés. La réponse des organismes au changement climatique peut varier d'une espèce à l'autre impactant possiblement les interactions et par conséquent, la dynamique des communautés.

On intéressera ici aux interactions entre deux espèces ayant un cycle de vie saisonnier dont une espèce consommatrice et une espèce ressource. Du fait du changement climatique, les cycles de deux espèces en interaction pourraient ne pas être impactés de la même façon aboutissant à un décalage entre l'espèce consommatrice et l'espèce ressource. Quel pourrait être l'effet d'un décalage entre les deux cycles sur la dynamique de ces deux populations? Comment la variabilité biologique sur le temps de développement de ces espèces pourrait jouer sur cet impact? Pour étudier cela, vous construirez un modèle mathématique permettant de simuler le cycle de vie d'une espèce d'oiseau et d'une espèce d'insecte.