



Université de Paris

# Mathématiques discrètes

## Projet : Les permutations de cloches

**Consignes** Le but du projet est de présenter une application dans laquelle les mathématiques discrètes jouent un rôle fondamental.

Le rendu final du projet consistera en un article destiné au grand public au format pdf de 800-1000 mots plus une annexe numérique, qui pourra contenir par exemple une démonstration interactive, une vidéo explicative et/ou des graphiques générés par code écrit par vous-même ; cette annexe sera rendue sous la forme d'un lien vers un dépôt en ligne. La forme exacte et la technologie utilisée pour l'annexe peut varier et est donc laissée au libre choix des étudiants. L'article et son annexe seront jugés non seulement sur le contenu mais aussi sur la clarté de la présentation, la qualité de rédaction, et la créativité.

**Contenu** Le sujet détaille quelques points à développer mais ceux-ci sont proposés comme point de départ de votre travail. Vous êtes encouragés à développer d'autres pistes en lien avec les mathématiques discrètes. De même, la bibliographie conseillée est un point de départ. Vous pouvez vous appuyer sur d'autres sources sur lesquelles vous porterez un œil critique et que vous prendrez soin de citer correctement.

**Charte de bonne conduite** Lisez attentivement la charte de bonne conduite. Portez une attention particulière à citer toutes vos sources, y compris les exemples et les images que vous utiliserez. L'équipe pédagogique sera très attentive à cet aspect lors de la correction.

**Calendrier** Consultez la page Moodle du cours pour les dates des principales étapes du projet.

## Bref descriptif du sujet

Les sonneurs de cloches dans les clochers anglais pratiquent l'art du "change ringing", qui consiste à faire sonner  $n$  cloches selon toutes les  $n!$  permutations. Les contraintes physiques des cloches font qu'entre deux permutations, seulement deux cloches qui sonnent de façon consécutive peuvent changer d'ordre : l'une est ralentie et l'autre est accélérée. Plusieurs algorithmes existent pour énumérer toutes les permutations en respectant cette contrainte.

## Bibliographie conseillée

Les références sont principalement en anglais.

- <http://musiquealgorithmique.fr/combinatoire-2/>
- <https://www.nagcr.org/pamphlet.html>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Change\\_ringing](https://en.wikipedia.org/wiki/Change_ringing)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Method\\_ringing](https://en.wikipedia.org/wiki/Method_ringing)

## Pistes de développement

1. Expliquer et illustrer les différents algorithmes utilisés pour énumérer les permutations.
2. Donner une preuve que l'un des algorithmes sont corrects.
3. Proposer une activité pour 4 personnes en expliquant clairement l'algorithme du point de vue de chaque sonneur de cloches.
4. Illustrer les algorithmes par un programme.