

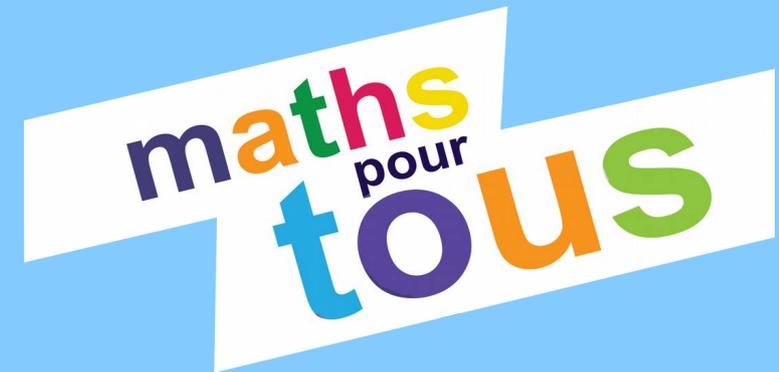
MATh.en.JEANS 2018 /19

Initiation à la recherche et l'animation scientifique

Liste des thèmes

Sous la direction de :

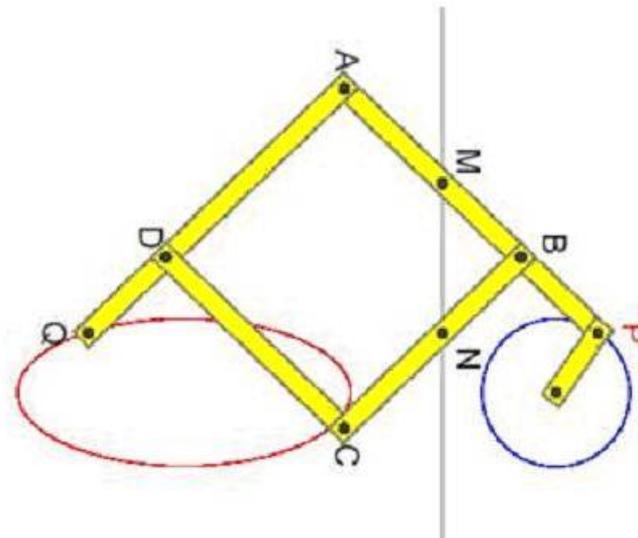
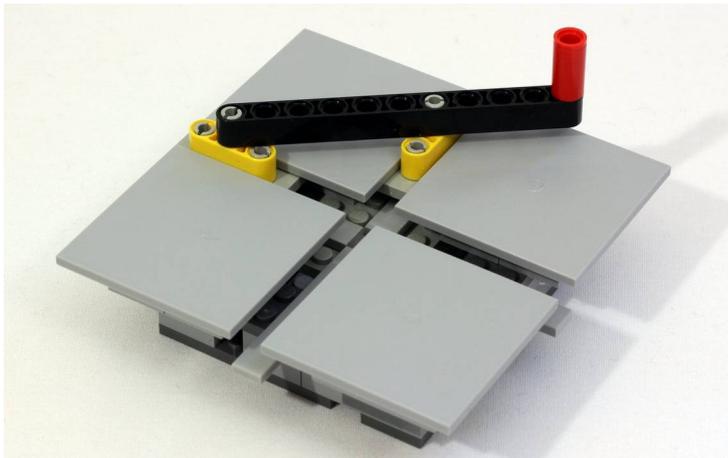
- Julien Cassaigne
- Laurent Beddou



1- Lieux géométriques et systèmes mécaniques

Étudier les plus célèbres systèmes articulés permettant de tracer des courbes classiques (coniques, épicycloïde,...).

De façon plus générale, comment reproduire une courbe donnée, comme lieu géométrique d'un système mécanique (Théorème de Kempe).



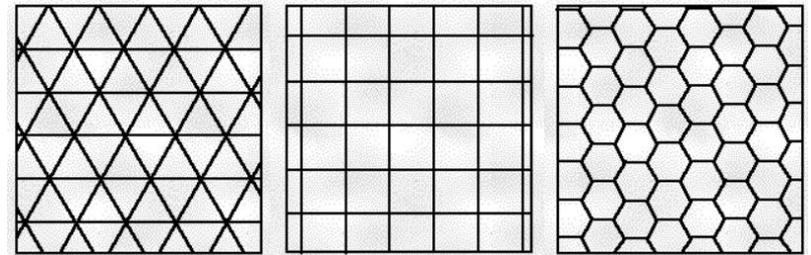
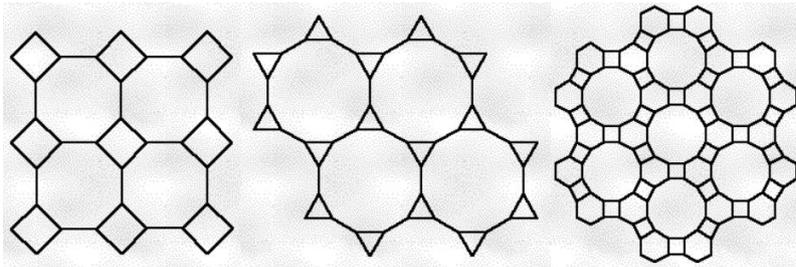
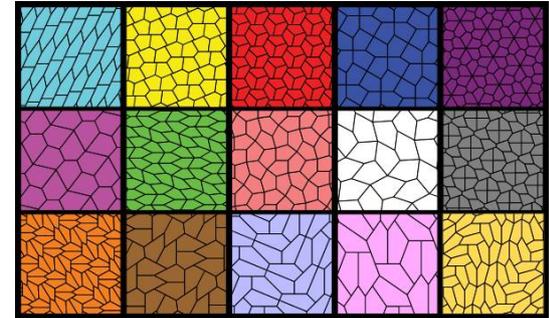
2- Pavage du plan et de l'espace - Cristallographie

Comment paver le plan ?

Tout dépend des contraintes que l'on se fixe !

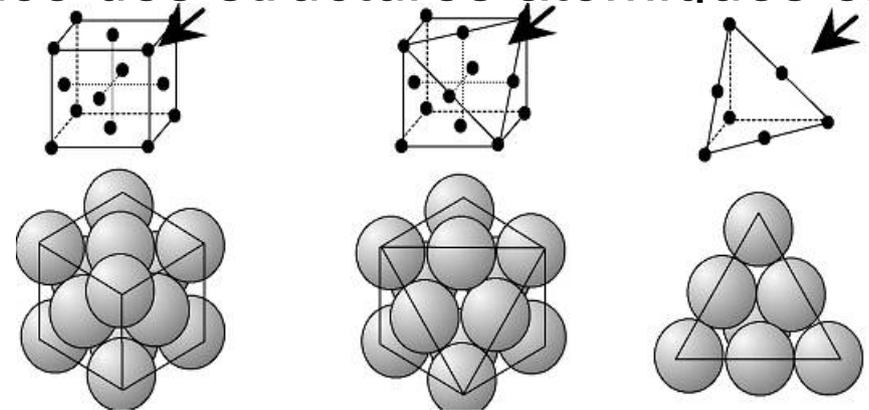
Pavage périodique, apériodique, quasi-périodique ?

Avec une ou plusieurs pièces (tuiles) polygonales (régulières ou non)?



Même question pour remplir l'espace sans vide (ou le moins possible).

Il s'agit alors d'une modélisation efficace des structures atomiques en chimie, appelée la cristallographie.



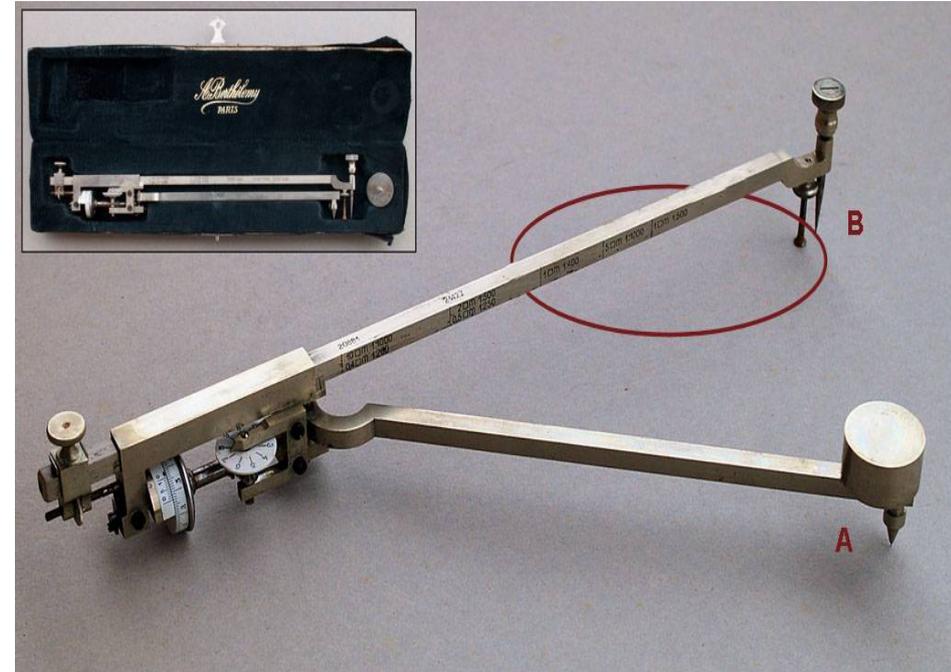
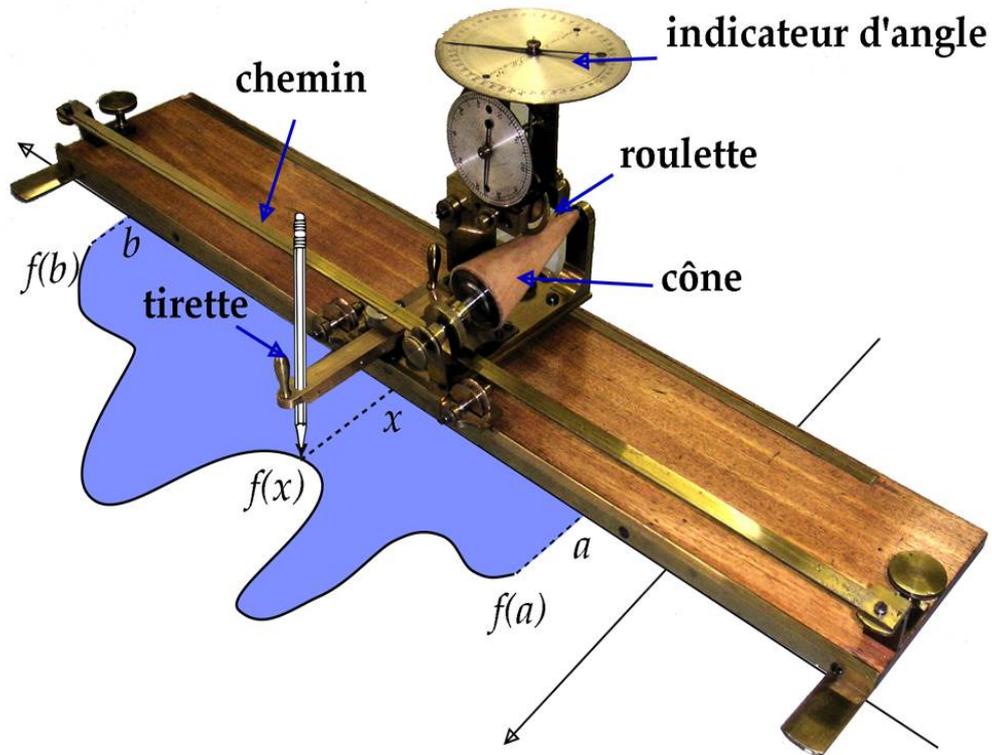
3- Un cadre bien mal fixé !

Un tableau (pas très joli..) est retenu par une ficelle enroulée autour de 3 points d'ancrage (ou plus).

Est-il possible de le faire néanmoins tomber si l'une quelconque des attaches est supprimée ?

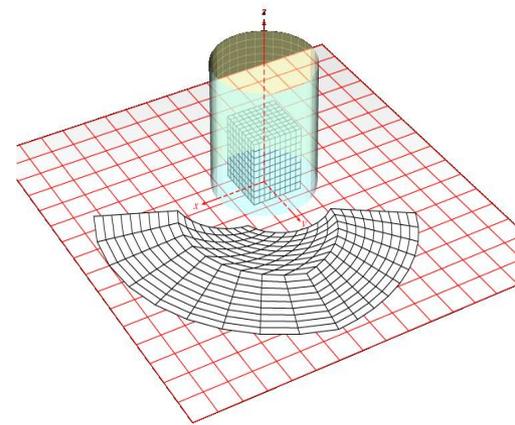


4- Planimètre et mesure mécanique de surface

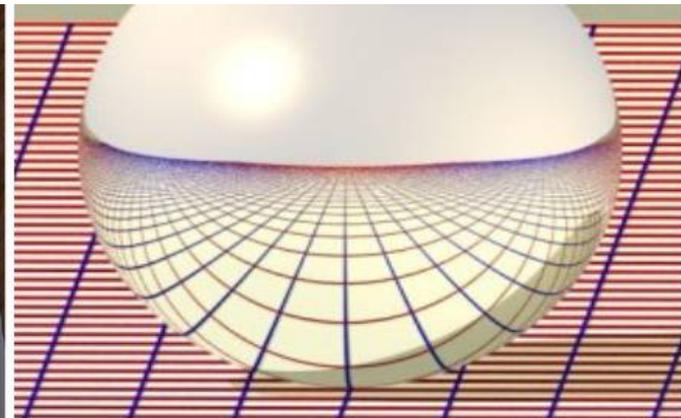


Cet objet permet de mesurer mécaniquement une surface à partir de son contour (intégrateur).
Étudier les mathématiques qui rendent cela possible.

5- Anamorphoses



Étudier les transformations mathématiques qui permettent de calculer la déformation (réversible) d'une image par un miroir courbe.



Conique - Cylindrique - Sphérique

6- Maths et jeux : Cubes “tout couleurs”

Vous disposez d'une boîte contenant N cubes colorés avec N couleurs, visibles sur 3 faces seulement.

Comment les placer pour que les n couleurs visibles sur chacune des faces soient toutes différentes (ou identiques) ?

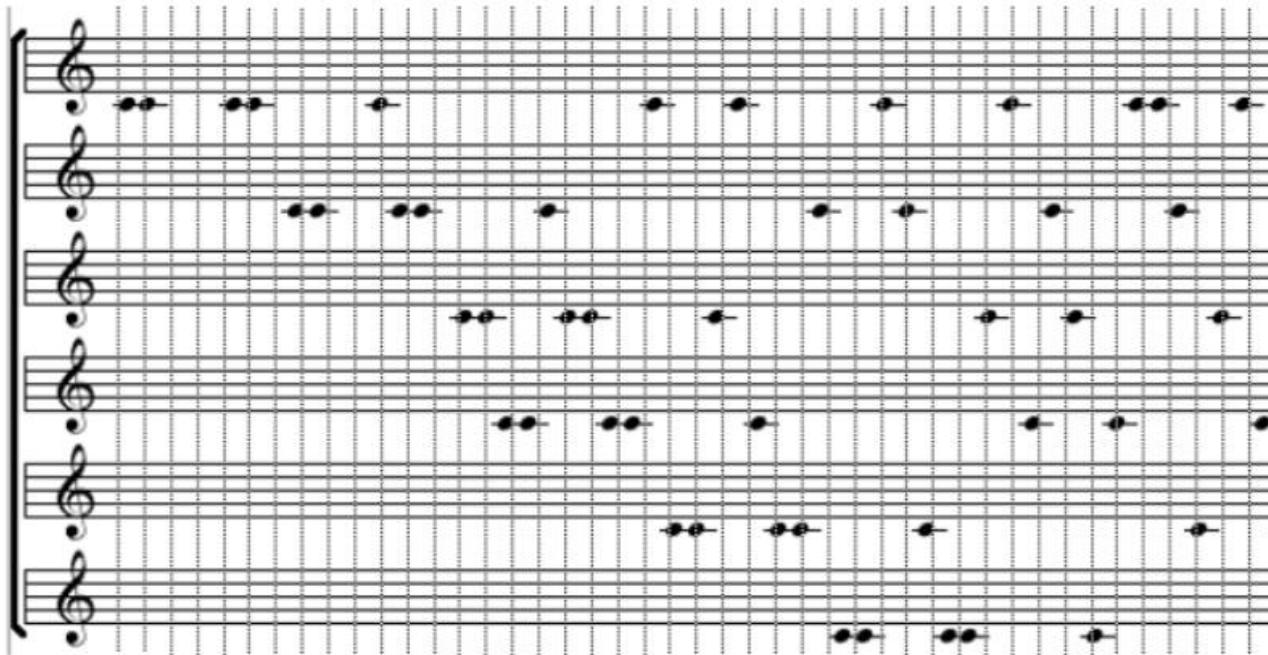
Comment évaluer la difficulté en fonction de la configuration choisie ?



7- Maths & Musique

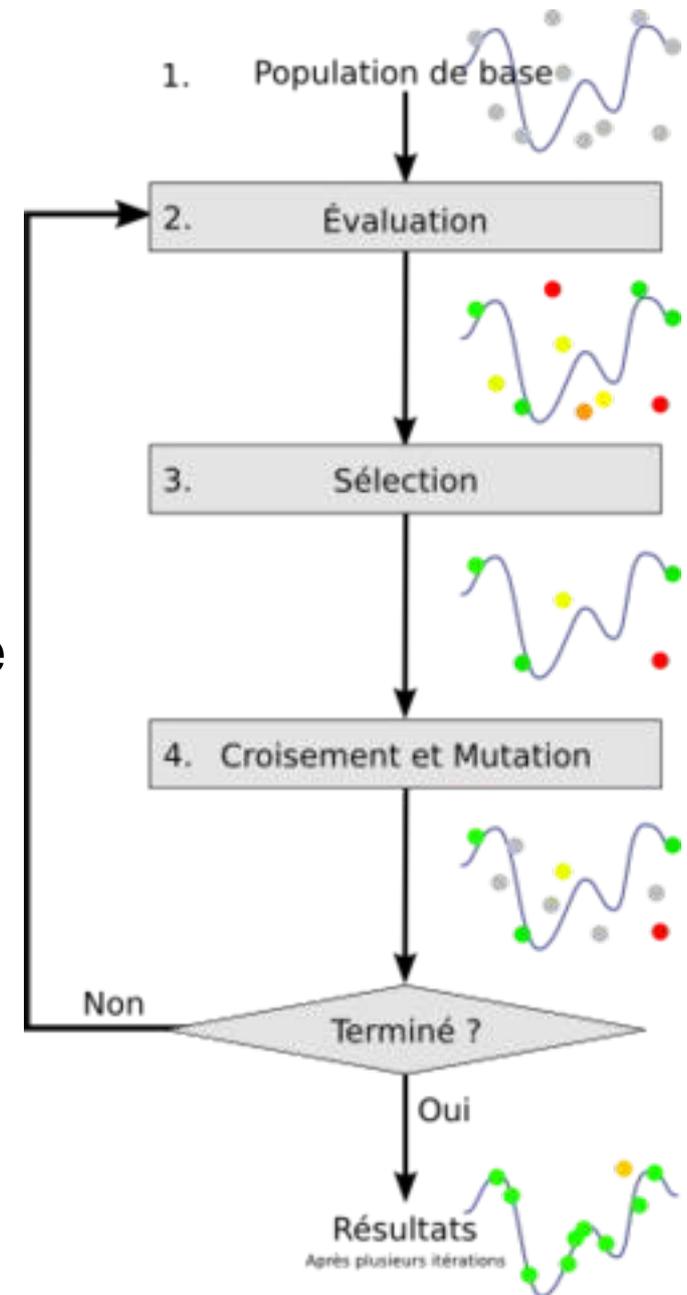
Canon rythmique - Pavage temporel

Étudier les motifs musicaux (périodiques ou non) permettant à N sources sonores de jouer ensemble sans aucun recouvrement de son.



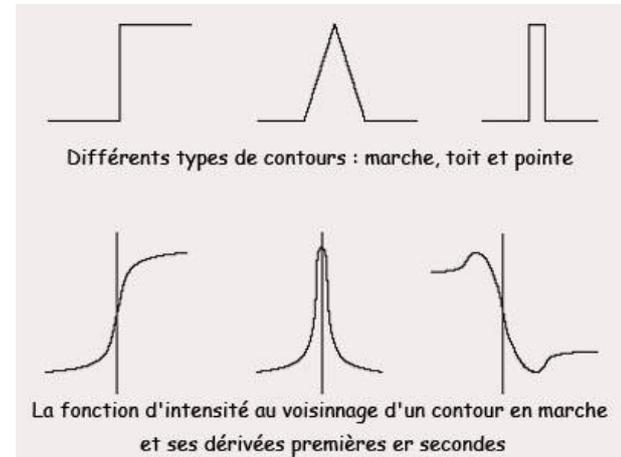
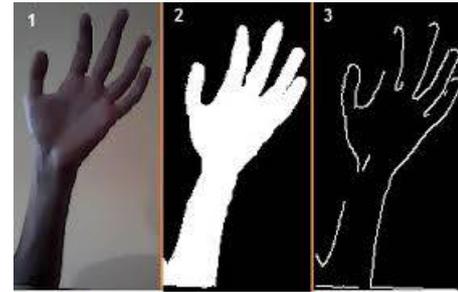
8- Algorithme génétique

Sur des exemples simples étudier le fonctionnement des algorithmes génétiques (dit aussi évolutionnistes ou adaptatifs) permettant d'obtenir une solution approchée à un problème d'optimisation.



Source wikipédia

9- Détection de contours



La détection de contours est un traitement d'image numérique permettant de repérer les points correspondants à un changement brutal de l'intensité lumineuse.

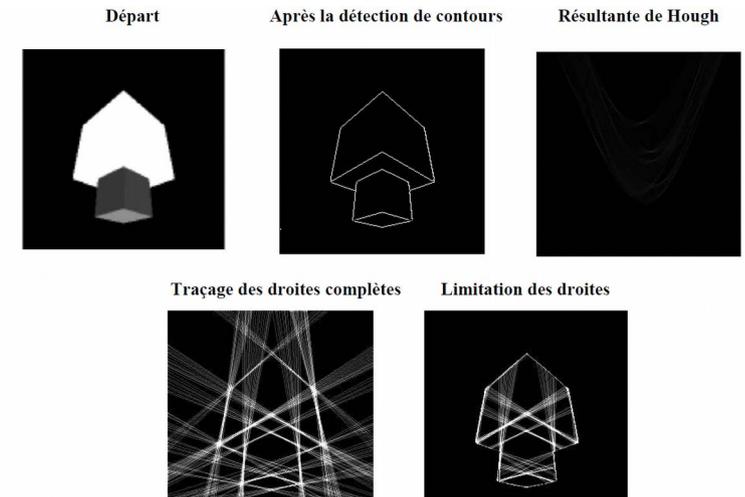
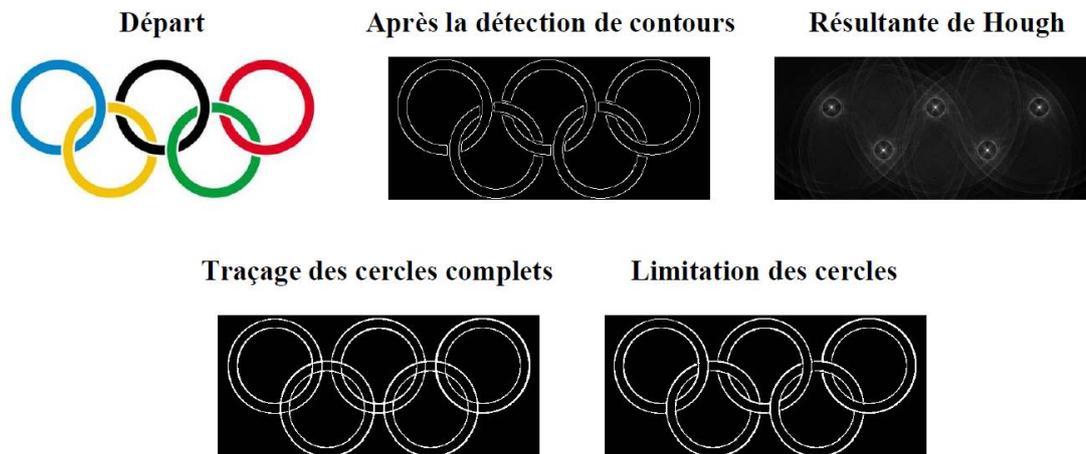
On génère alors une nouvelle image épurée, bien plus simple à analyser par un ordinateur (voir détection de forme).

Étudier les différentes méthodes existantes.

10- Détection de formes et transformée de Hough

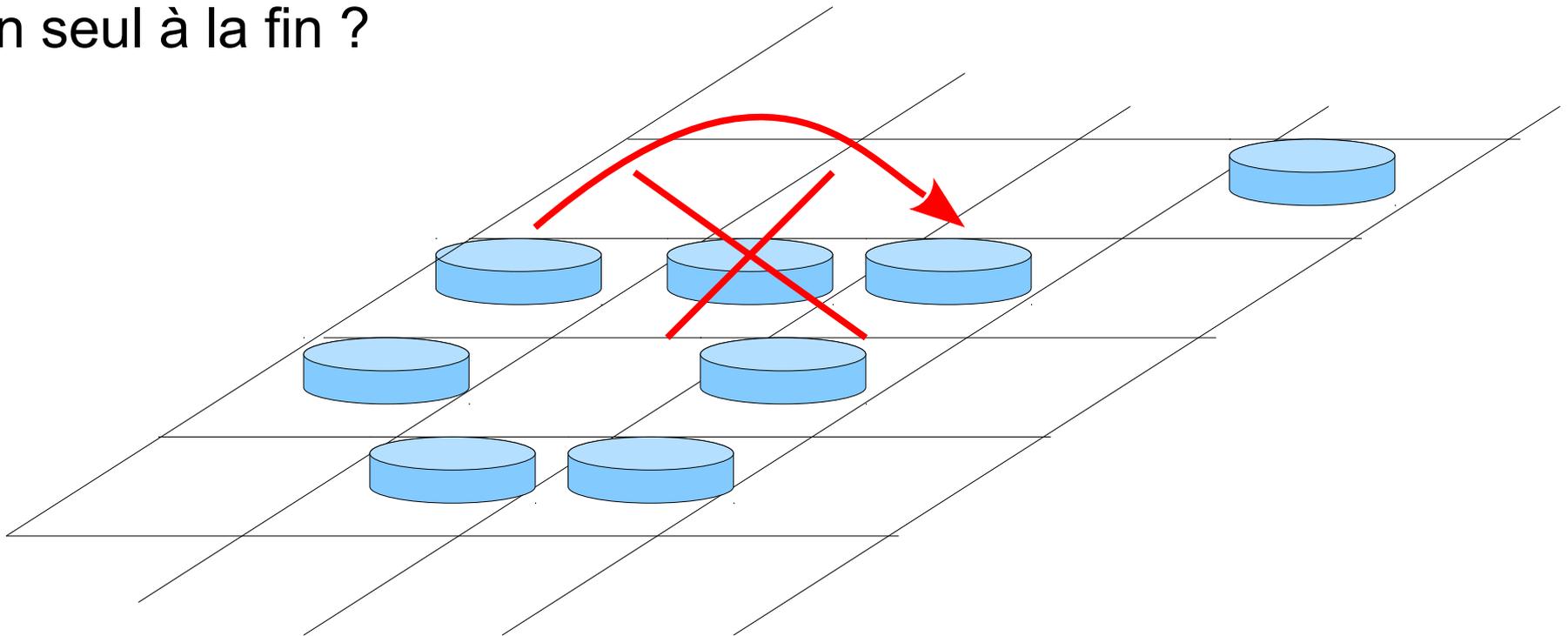
Comment détecter la présence (et trouver l'équation) de formes simples (lignes, cercles,...) éventuellement présentes dans une image numérique ?

Étudier en particulier la méthode de la transformée de Hough.



11- Jetons carnivores (Solitaire)

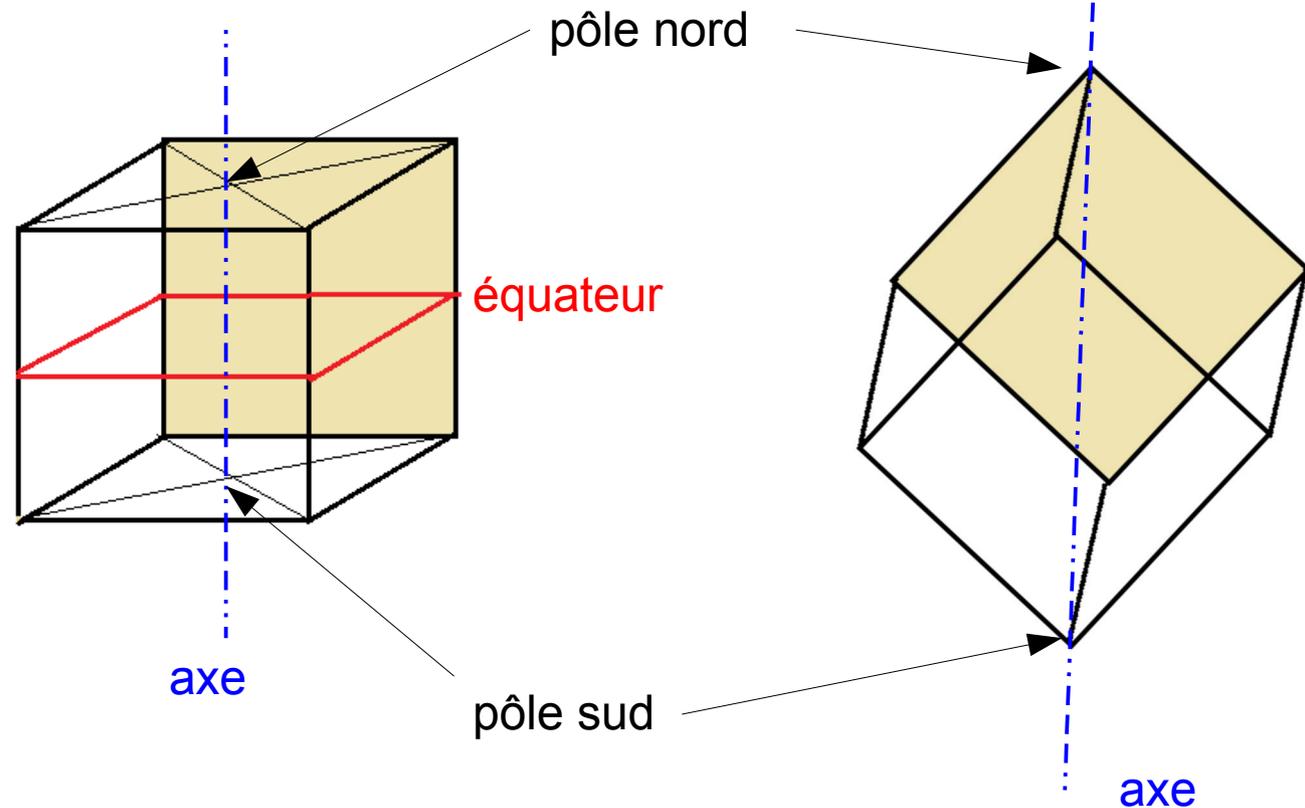
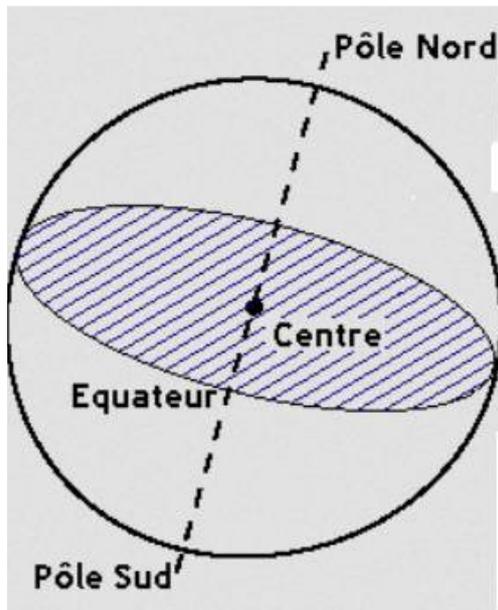
Comment disposer N pions sur un damier infini pour qu'après une série de sauts de pions qui engendre des prises successives (en diagonale suivant les règles du jeu de dames, mais aussi en horizontal et vertical comme pour le jeu du solitaire), il n'en reste finalement plus qu'un seul à la fin ?



Voir Olivier Ramaré (chercheur Luminy)

12- Étranges géométries : Équateur non sphérique

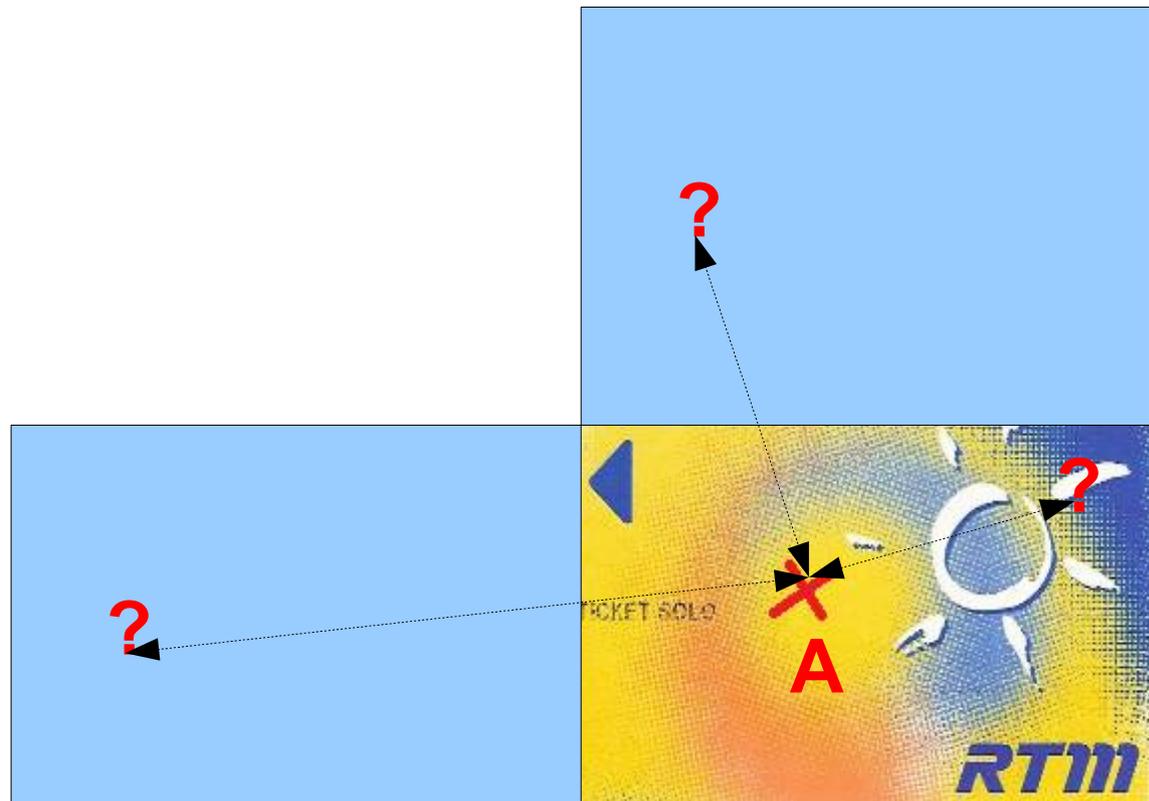
Comme pour la Terre, on cherche à tracer sur un volume une ligne à mi-chemin de 2 pôles, définis comme l'intersection d'un axe arbitraire et de sa surface latérale. On propose pour commencer d'étudier le cas du cube.



12 bis- Etranges géométries : Points antipodaux sur un ticket de métro

Comment placer deux points sur un ticket de métro (sur une ou deux faces), de façon à ce qu'ils soient le plus éloignés possibles l'un de l'autre ?

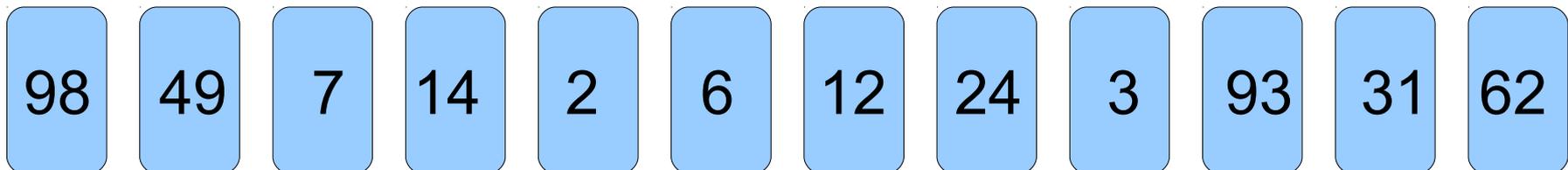
Si l'on donne le 1^{er} point A, comment trouver le 2^{ème}, B?



13- Suite de multiples & diviseurs

On dispose de N cartes numérotées de 1 à N .
On les dispose à la suite de telle sorte que chacune soit le multiple ou le diviseur de celles qui l'entourent.

Ainsi, la suite suivante est possible pour $N = 100$:



Quelle est la plus longue suite qui respecte la règle ?

14- Pièces de monnaie : payer en faisant l'appoint

Le problème de Frobenius



Étudier l'influence des valeurs faciales d'un jeu de pièces de monnaie sur la façon de payer en faisant l'appoint.
En particulier, quelle est le montant le plus élevé que l'on ne peut pas payer en n'utilisant que des pièces de monnaie de valeurs faciales fixées.

15- Échafaudages rigides

Un échafaudage 2D (ou grillage) de taille $m \times n$ est constitué de mailles losanges de barres articulées pouvant se déformer. On peut rigidifier une maille en carré en lui ajoutant une barre diagonale.

- Combien de barres diagonales faut-il au minimum pour rigidifier l'échafaudage ?
- Un échafaudage donné est-il rigide ?



Échafaudage non rigide

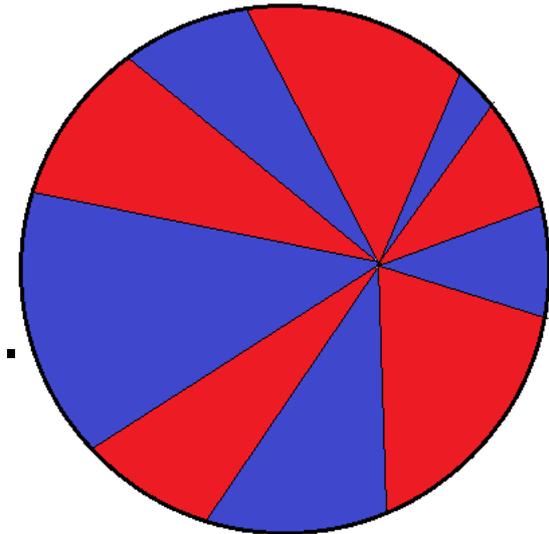


Échafaudage rigide

16- Découpage de Pizzas de Paul Winkler

On découpe une pizza en parts (par forcément égales) suivant des rayons, en partant d'un même point donné.

Après après choisi librement un premier morceau, deux personnes prennent à tour de rôle une part adjacente à la précédente.



Quelle proportion minimale de pizza peut récupérer au mieux chaque personne, indépendamment du découpage initial?

17- Recollement de photos (Panorama) et suivi de points

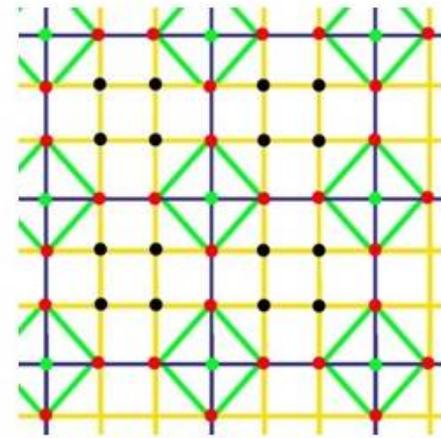
Un panorama permet de construire une photo à large champs de vision à partir du recollement de plusieurs photos d'un même paysage.

Pour ce faire, il faut par un suivi de trajectoire, reconnaître des points identiques d'une photo à l'autre.

Étudier les algorithmes nécessaires à cette action et les déformations de l'image.



18- Codes correcteurs d'erreurs

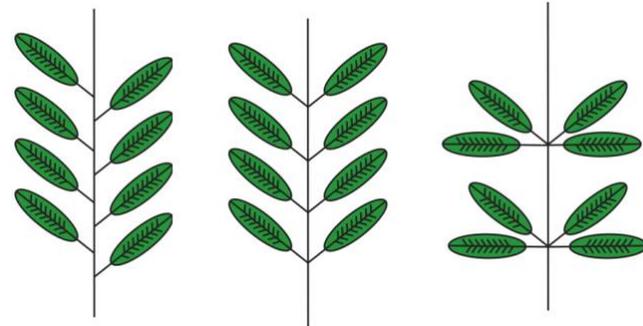


Lors de la transmission de données numériques (wifi, câble ou fibre optique pour internet, radio pour TV, lecteur CD/DVD, clé USB, disque dur pour un PC,...) la présence de parasites et interférences peut altérer leur bonne lecture et générer des erreurs.

En ajoutant de la redondance à l'information stockée, on peut détecter et même corriger ces erreurs.

Étudier la théorie mathématique des différentes méthodes qui permettent cela.

19- Phyllotaxie : Biologie et nombre d'or Quand les plantes font des maths !



L'ordre, la position, l'angle dans lequel poussent les feuilles et rameaux sur la tige d'une plante, la disposition des éléments d'un fruit, d'une fleur ou d'un bourgeon, ne sont pas fortuits.

Ils résultent de contraintes de place, d'une minimisation de dépenses énergétiques pour le végétal et d'une maximisation de l'énergie de captation du soleil.

D'une façon ou d'une autre, le fameux nombre d'or apparaît alors souvent comme une valeur optimale !

Mais pourquoi donc ?