

Intro aux compétitions d'optimisation

Approximer pour gagner

A dark blue diagonal gradient bar that starts from the bottom left and extends towards the top right, covering the lower half of the slide.

About me

Clément HAMMEL

 clemhammel.bsky.social

Challenge expert @ Isograd

Cofondateur @ h25

Compétitions techniques

- CodinGame
- BattleDev
- Meilleur Dev de France

Menu du jour

Optimisation ?

Stratégies

Le challenge !

Conseils

Optimisation ?

- Complexité
- Temps de calcul
- TSP
- Optimisation

Complexité - Intro

Relation

Taille de l'entrée \leftrightarrow Temps d'exécution

N éléments $\leftrightarrow f(N)$ opérations

Complexité - Exemples



```
ma_liste = [1, 4, 2, 8, 1, 7, ...]  
somme = 0  
  
for i in ma_liste:  
    somme += i  
  
print(somme)
```

Taille de liste : N

Nb opérations : $N \Rightarrow$ Complexité N

Complexité - Exemples



```
liste = [2, 4, 1, 1, 3, ...]
doublons = []

for i in range(len(liste)):
    for j in range(i + 1, len(liste)):
        if liste[i] == liste[j]:
            doublons += 1
```

Opérations : $N + (N-1) + (N-2) + \dots = (N^2 + N) / 2 \sim N^2$

Complexité N^2

Complexité - Exemples




Nb de chiffres : N

Nb de combinaisons : 10^N

Complexité bruteforce : 10^N

Complexité - Temps de calcul

		N = 2	N = 20	N = 10 000	N = 10 milliards
Somme	N	2	20	10 000	10^{10}
Doublons	N^2	4	400	10^{10}	10^{20}
Cadenas	10^N	100	10000000000 0000000000	10^{10000}	

Complexité - Temps de calcul

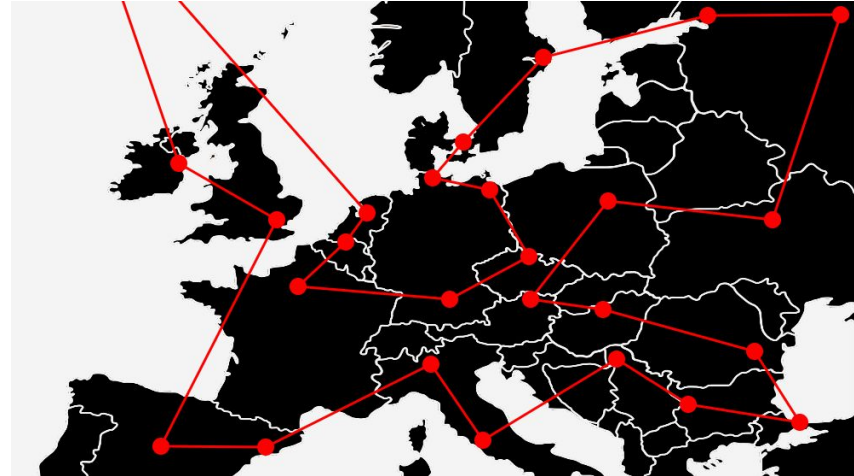
		N = 2	N = 20	N = 10 000	N = 10 milliards
Somme	N	2	20	10 000	10^{10}
Doublons	N^2	4	400	10^{10}	10^{20}
Cadenas	10^N	100	10000000000 0000000000	10^{10000}	🤯

Plus de 10^{10} opérations = 🤯

Voyageur de commerce (TSP)

Travelling salesman problem (TSP)

Objectif : trouver le trajet le plus court passant par un ensemble de N villes



Voyageur de commerce (TSP)

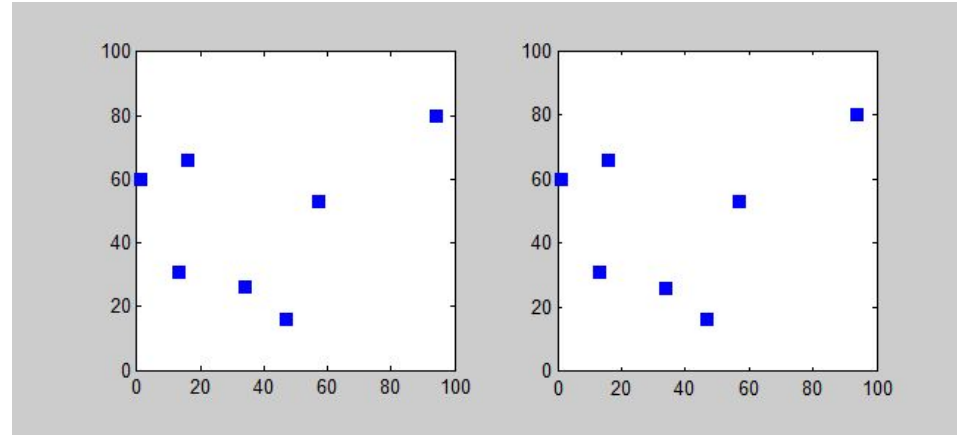
Solution exacte ?

Tester tous les chemins

- Ville 1 : N choix
- Ville 2 : (N-1) choix...

$$N \times (N-1) \times (N-2) \times \dots \times 1 = N!$$

$$14! \approx 9 \times 10^{10}$$



Voyageur de commerce (TSP)

Meilleure solution exacte : $2^N \cdot N^2$

Réalisable si $N < 50$

Une meilleure solution existe ?

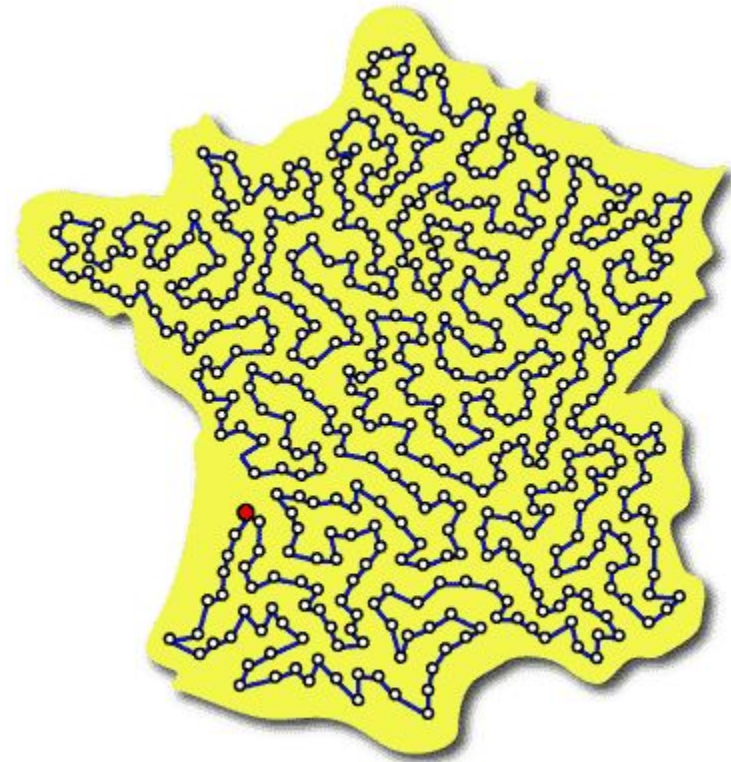
1 000 000\$ si vous trouvez ! ($P \stackrel{?}{=} NP$)

Optimisation

Problème impossible ? Non !

Nouvel objectif :

Trouver une bonne solution,
pas forcément la meilleure



Optimisation

“Facile”

Max d'une liste

Trier un tableau

Chemin le plus court

Pattern matching

“Difficile”

Voyageur de commerce

Tetris

Sudoku $N \times N$

Set cover

Optimisation

“Facile”

Montant d'une facture

Recherche de produit

Fusion de 2 listes

API classique de BDD

“Difficile”

Tournée des facteurs

Placement éoliennes

Plannings

Découpe de matériaux

Stratégies

6 niveaux de solution :

1. Minimale
2. Monte Carlo
3. Greedy
4. Greedy aléatoire
5. Customisée
6. Artillerie lourde

Puis mise en pratique !

1. Minimale

Stratégie la plus simple, mais la moins efficace

On cherche n'importe quelle solution valide

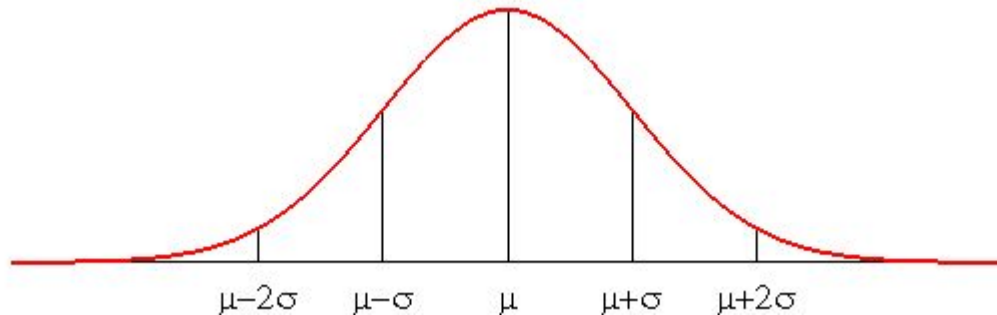
But : vérifier que le reste du programme marche, et apparaître sur le scoreboard

Exemple TSP : On parcourt les N points dans l'ordre donné. Valide mais trajet très long !

2. Monte Carlo

Dépend beaucoup de la puissance de calcul

On génère plein de solutions valides au hasard, et on garde la meilleure



3. Greedy

On construit une solution progressivement en choisissant à chaque fois la meilleure option
heuristique !

Exemple TSP : On se dirige vers la ville non visitée la plus proche

Produit de très bonnes solutions dans certains cas

4. Greedy aléatoire

Combinaison greedy + Monte Carlo, on ajoute une part de random pour construire la solution

Exemples TSP :

- Choix de la ville de départ
- Aller vers une des 3 villes les plus proches

5. Customisée

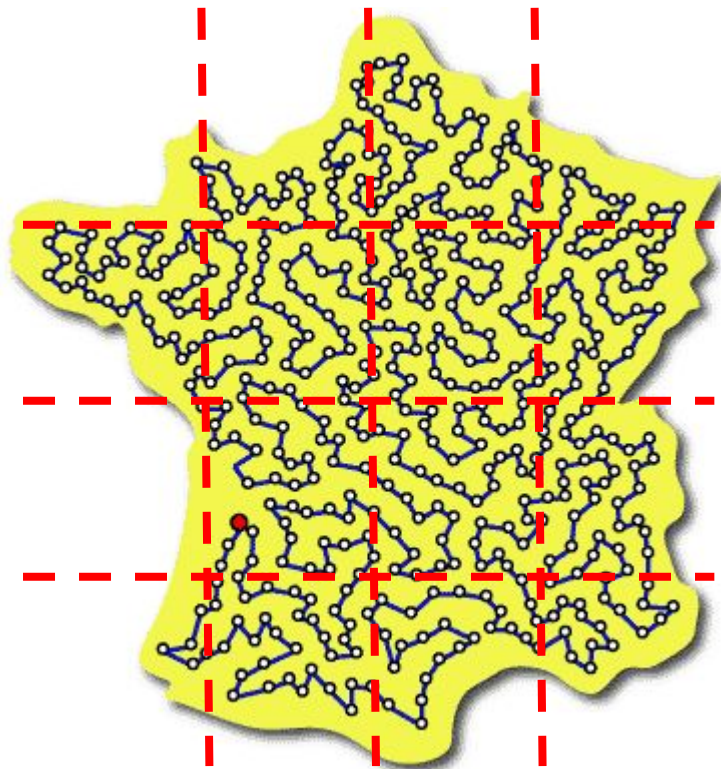
Une solution “intelligente”, tout dépend du problème posé.

Peut dépendre du dataset !

5. Customisée

Exemple TSP :

- Diviser les villes en petits groupes locaux
- TSP sur les groupes
- Recoller les morceaux



6. Artillerie lourde

Des solveurs existent pour les problèmes classiques (TSP, set cover...)

Utile dans la vraie vie, mais très dur à mettre en place

Déconseillé pour le challenge

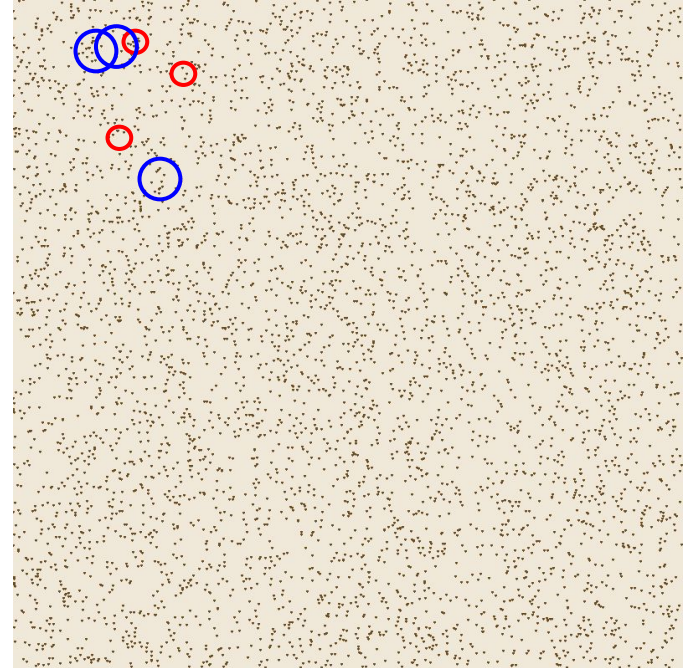
Mise en pratique

5000 objets à surveiller

Caméras de surveillance

- Rayon 4, prix 1
- Rayon 8, prix 2

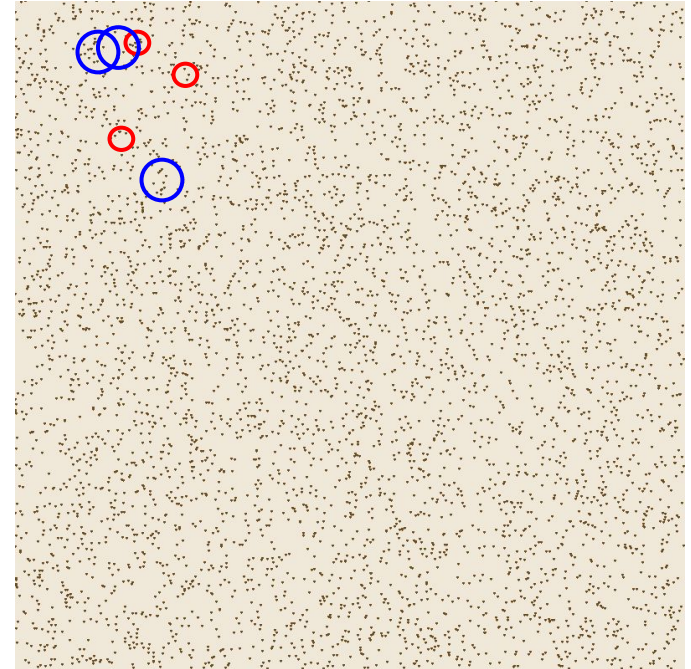
Surveiller tous les objets avec
le coût le plus bas possible



Mise en pratique

Trouver une stratégie

- Minimale
- Monte Carlo
- Greedy



Le challenge !

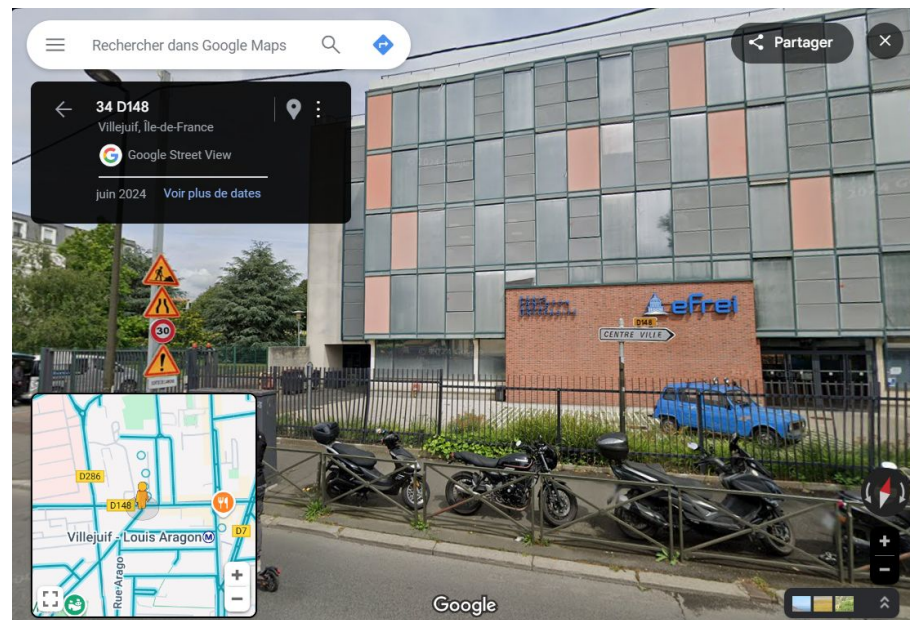
Présentation

Premier dataset

Score

Starter kit

Challenge - Présentation



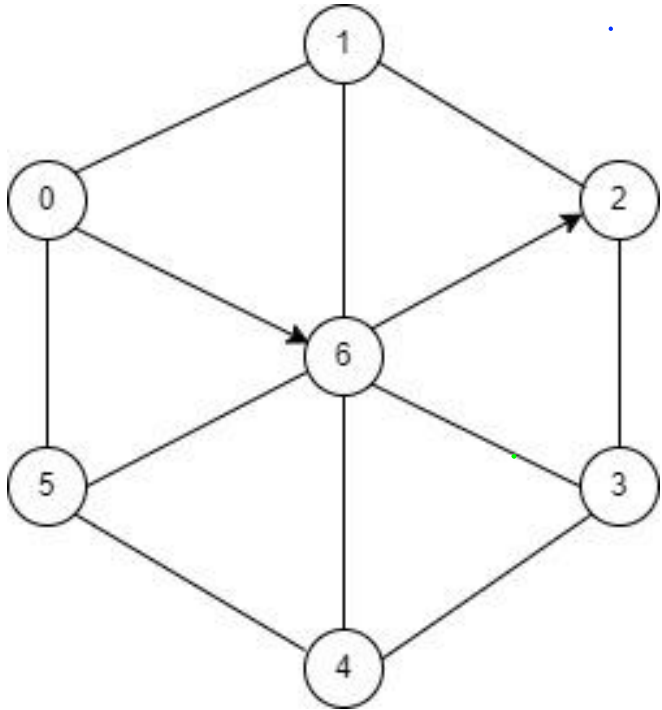
Challenge - Présentation

Comment passer dans toutes les rues d'une ville ?

Contraintes :

- Batterie limitée, la voiture doit repasser régulièrement se charger
- Sens uniques, mais pas de culs-de-sac

Challenge - Dataset 1



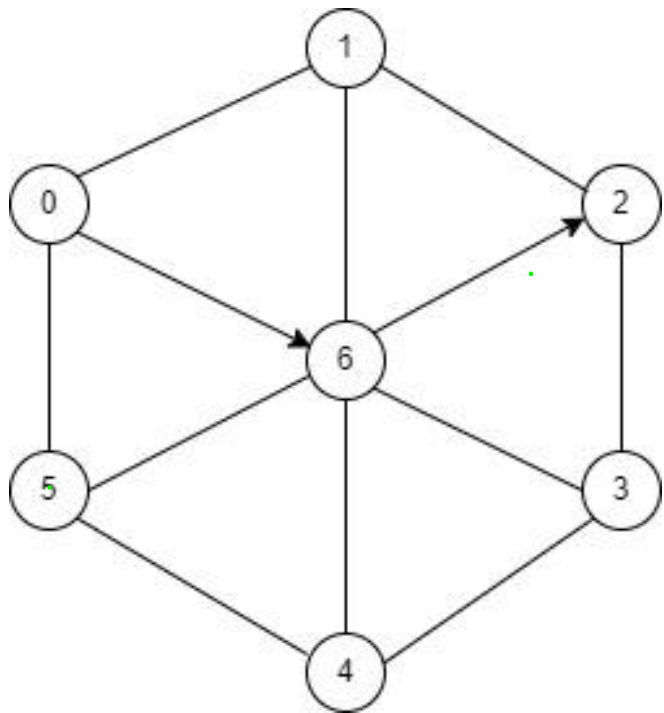
Distance entre chaque ville : 10

Batterie max : 70

2 jours max

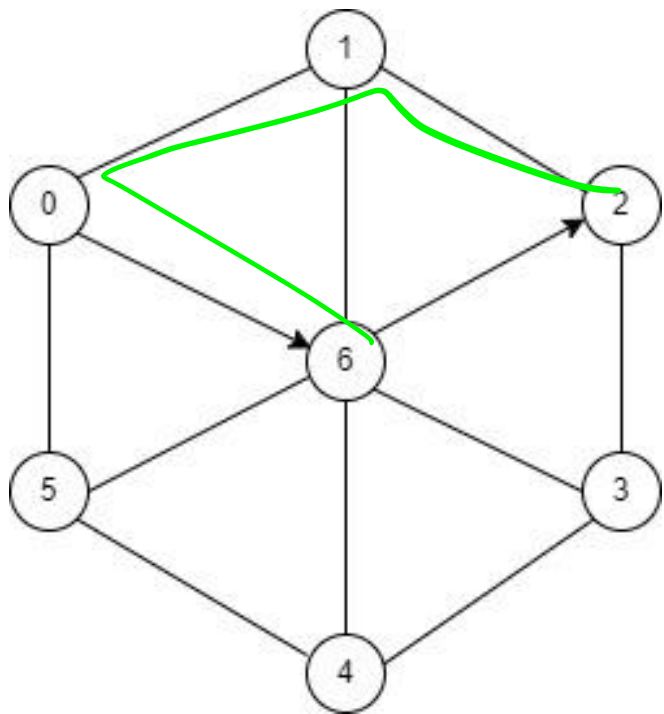
2 rues à sens unique

Challenge - Dataset 1



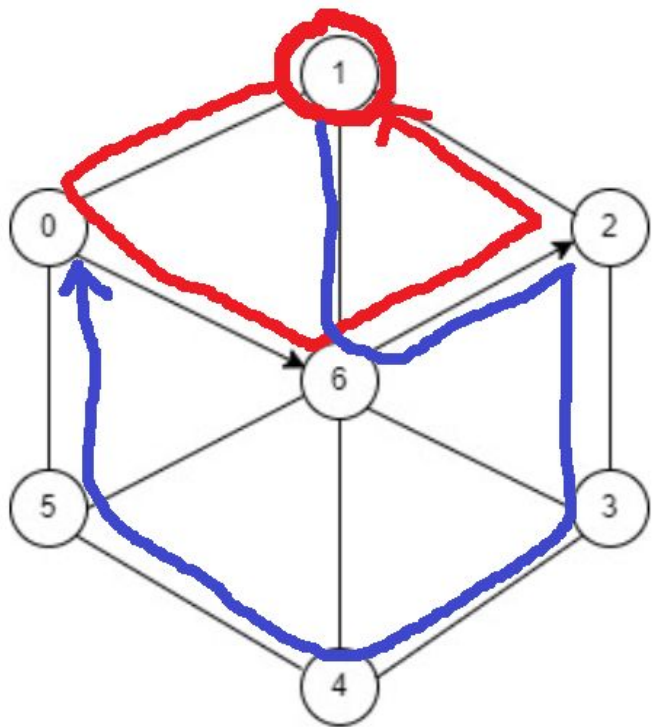
```
1 {
2   "comment": "Exemple de réseau routier",
3   "batteryCapacity": 70,
4   "numDays": 2,
5   "intersections": [
6     {
7       "id": 0,
8       "lat": 5.0,
9       "lng": -8.66
10    },
11    {
12      "id": 1,
13      "lat": 10.0,
14      "lng": 0.0
15    },
16    ...
17  ],
18  "roads": [
19    {
20      "intersectionId1": 0,
21      "intersectionId2": 1,
22      "isOneWay": false,
23      "length": 10
24    },
25    {
26      "intersectionId1": 0,
27      "intersectionId2": 6,
28      "isOneWay": true,
29      "length": 10
30    },
31    ...
32  ]
33 }
```

Challenge - Dataset 1



```
1 {  
2   "chargeStationId": 1,  
3   "itinerary": [1, 0, 6, 2, 1, 6, 2, 3, 4, 5, 0]  
4 }
```


Challenge - Dataset 1



```
1 {  
2   "chargeStationId": 1,  
3   "itinerary": [1, 0, 6, 2, 1, 6, 2, 3, 4, 5, 0]  
4 }
```

Challenge - Score

Score : Distance parcourue + bonus si toute la ville est explorée

Classement : 1 000 000 pour la meilleure équipe, et score proportionnel pour les autres équipes

Chaque dataset ("ville") peut rapporter 1M, travaillez les tous !

Challenge - Starter kit

7 datasets, de difficulté croissante

L'énoncé complet

La fonction de score -> à intégrer à votre code

Un exemple de soumission

Starter kit en Python

Conseils



Méthodologie

- Premier dataset à la main
- Automatiser une stratégie minimale
- Trouver une meilleure idée
- Implémenter la nouvelle idée



Très rapide

Trouver une meilleure idée

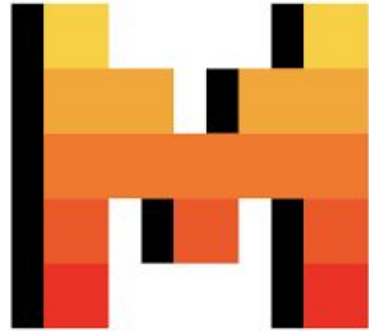
Visualisations ! 1 personne à plein temps au début

Discutez, dessinez

Approche globale ou approche par dataset

Pas de solutions trop complexes (trop vite) !

Implémenter l'idée



Organisation

Module n°11 - Concours d'optimisation					
	Lundi 16 décembre	Mardi 17 décembre	Mercredi 18 décembre	Jeudi 19 décembre	Vendredi 20 décembre
Matin 9h30-13h00	Présentation du challenge + création des équipes + coadching Amphi A001	Travail sur plate-forme	Travail sur plate-forme	Travail sur plate-forme	Création des slides à présenter
Après-midi 14h00-17h30	Travail sur plate-forme Amphi A001 réservé si besoin	Travail sur plate-forme	Travail sur plate-forme	Travail sur plate-forme	Présentation + Annonce du gagnant + remise de prix

Temps en présentiel

Temps en visio

Dernières choses

Teams

support@isograd.com -> Si pb de plateforme

Pas d'aide sur votre code !

Présentation à la fin

Merci !

Questions ?

Mise en pratique :

Sujet d'entraînement Hash Code 2022