



## **TSP : VOYAGEUR DE COMMERCE**

**Rapport réalisé par CHELGHAM Nouh TP12**



### **I.Algorithmes implémentés :**

La résolution du problème du voyageur de commerce (TSP) peut s'effectuer grâce à la méthode d'escalade avec redémarrages. Dans cette approche, la fonction de coût est définie comme la distance totale parcourue par le voyageur de commerce, qui visite chaque ville du circuit une seule fois, partant de la ville de départ et revenant finalement à cette même ville. Ce tp est fait entièrement **en python**.

## **II. Hill-climbing avec redémarrage :**

Pour appliquer l'escalade avec redémarrages au TSP, on représente la solution par un vecteur de villes (ex. [1, 2, 3, 4, 5]). Deux fonctions calculent le coût (distance euclidienne) et le voisin le plus proche. À chaque essai, à partir de S aléatoire, on recherche le meilleur voisin V. Si V est meilleur, on permute les solutions.

Conditions d'arrêt : plus de voisins meilleurs ou déplacement maximal. Cette approche itérative explore diverses solutions à partir de points de départ aléatoires, visant à améliorer la qualité de la solution à chaque itération.

## **III. Tabou :**

Pour appliquer l'algorithme tabou au TSP, la solution est représentée par un vecteur de villes. Deux fonctions calculent le coût de la solution (distance euclidienne) et trouvent le voisin le plus proche non tabou.

À chaque itération, à partir d'une solution aléatoire S (mSol), on recherche le meilleur voisin V, le permute si meilleur, et actualise S avec la valeur de V.

Conditions d'arrêt : plus de voisins non tabou ou atteinte du déplacement maximal.

L'algorithme explore ainsi les solutions tout en évitant les mouvements récemment explorés.

### **VOISINAGE IMPLÉMENTÉE :**

Un voisin d'une solution S pour le problème TSP représente une permutation de deux villes par rapport à une solution S.

#### **Meilleur voisin Hill climbing :**

Un meilleur voisin pour Hill climbing d'une solution S est un parcours de tous les

voisins de S en choisissant celui avec la meilleure valeur (en cas de plusieurs on choisit un voisin aléatoirement)

#### **Meilleur voisin non Tabou :**

Un meilleur voisin pour Tabou d'une solution S est un parcours de tous les voisins

de S en choisissant celui avec la meilleure valeur et qui n'est pas inclus dans la liste tabou (en cas de plusieurs on choisit un voisin aléatoirement).

**Résultats : meilleure valeur / temps d'exécution /nb déplacements**

**tsp 5 hill climbing / Tabou :**

Tries, Max Dépl	10	15	40	80	150	500
10	194.045 0.0097 2	194.0405 0.00962 2	194.0405 0.0084 2	194.0405 0.00887 2	194.0405 0.00917 3	194.040 5 0.0092 2
50	194.0405 0.04771 2	194.0405 0.05813 2	194.0405 0.04727 2	194.0405 0.04685 1	194.0405 0.04225 1	194.040 5 0.04501 1
100	194.0405 0.10416 2	194.0405 0.09837 2	194.0405 0.09529 2	194.0405 0.09288 3	194.0405 0.10301 2	194.040 5 0.09543 2
500	194.0405 0.473 3	194.0405 0.47281 3	194.0405 0.449058 2	194.0405 0.47689 2	194.0405 0.47525 2	194.040 5 0.49421 2

Tabou , Max Dépl	5	10	20	25	100	500
2	194.040529 63659353 0.00144378 700000000 2 5	194.0405296 3659353 0.002839261 999999995 10	194.040529 63659353 0.00583796 100000000 3 20	194.040529 63659353 0.00633421 199999999 2 25	194.04052 96365935 3 0.0290825 45 100	194.04052 96365935 3 0.1352769 54 100
5	194.040529 63659353 0.00139460 500000000 7 5	194.0405296 3659353 0.003039841 0000000015 10	194.040529 63659353 0.00570800 999999999 95 20	194.040529 63659353 0.00747483 599999999 9 25	194.04052 96365935 3 0.0296552 71000000 01 100	194.04052 96365935 3 0.1485536 66000000 03 500
10	194.040529 63659353 0.00152234 800000000 67 5	194.0405296 3659353 0.003142914 0000000105 10	194.040529 63659353 0.00646005 699999999 1 20	194.040529 63659353 0.00848908 200000000 9 25	194.04052 96365935 3 0.0332440 38000000 004 100	194.04052 96365935 3 0.1768528 44 500
100	194.124669 80422545 0.00145981 099999999 14 5	194.0405296 3659353 0.003047647 0000000006 10	194.040529 63659353 0.00703841 500000000 6 20	194.040529 63659353 0.00989085 700000000 3 25	194.04052 96365935 3 0.0826511 93000000 01 100	194.04052 96365935 3 0.2763024 50000000 03 244

tsp 25 hill climbing / Tabou :

Tries , Max Dépl	10	15	40	80	150	500
10	299.034721 21278685 0.62246071 20000001 10	306.6740017 2267685 0.914644361 15	309.535319 4678391 1.33260023 50000001 18	290.425132 96951864 1.47561785 9 20	334.11342 25339403 7 1.2855923 82000000 1 20	293.54021 64172918 4 1.2635403 44 23
50	326.618226 26541357 3.18190346 5 10	305.2134423 7612203 0.003039841 0000000015 15	271.511606 5951189 6.63870143 9 29	290.314592 2518134 6.96675168 3 23	272.96669 24415625 6.4402852 87000001 21	297.06233 01144588 6 6.4361398 02 24
100	319.794866 1881553 6.26539415 3 10	288.6602108 683896 9.505364839 999999 15	259.661203 4304033 13.1880522 3 22	272.279549 51031256 13.2567024 72 18	271.96766 01051491 14.770383 171 25	257.08105 65798996 7 13.182674 807 28

Tabou , Max Dépl	5	10	20	25	100	500
2	499.949424 769998 0.03087035 199999999 5	492.4401863 093099 0.065376771 00000001 10	390.276892 47173157 0.12526306 400000004 20	377.570673 93857636 0.15242977 100000002 25	423.96282 25053357 0.5878454 37 100	405.91090 58675166 2.9577960 97 500
5	488.398380 20399264 0.02990818 000000000 6 5	501.7910279 216179 0.061125355 99999999 10	441.709752 3108285 0.12421603 900000001 20	388.972760 65114664 0.15376514 25	372.93587 85474559 0.6404903 99 100	298.15303 27039642 3.1667583 64999999 7 500
10	524.972694 6696476 0.03112085 100000000 5 5	524.5031709 679519 0.063449389 00000001 10	318.087228 6233096 0.12434318 100000002 20	315.040256 32379523 0.15377438 9 25	347.94376 49478285 0.6022819 2 100	355.48993 31300955 3.1611829 78 500
100	526.387817 7943858 0.03167265 5	436.6200151 776845 0.062116574 99999999 10	316.641792 89822204 0.12201071 699999999 20	439.017865 75250605 0.14942321 800000002 25	384.22823 79194345 0.6777499 44001 100	342.78504 39294628 6 3.9858431 500

**tsp 50 hill climbing / Tabou :**

Tries , Max Dépl	10	15	40	80	150	500
10	1136.55826 76404592 2.56629973 29999997 10	893.0137333 671776 3.907185775 15	684.632310 8938519 10.3617457 5 40	688.162614 6265702 12.6618962 61999999 61	619.93695 05746499 19.042759 69599999 7 71	647.68457 47572836 12.345323 098 55
50	982.692927 6844866 13.0109753 29 10	829.7997733 994425 19.69654108 2 15	562.700181 7549107 58.3176957 64 40	475.984750 7765004 65.9987073 03 46	643.01169 64834651 61.545336 125 50	590.53595 12372795 62.989728 981 69
100	1059.97321 69058152 25.6676069 61 10	841.6293709 657176 41.95937009 4 15	628.973477 1404562 101.260168 269 40	586.111088 4135486 160.036779 468 51	594.21913 00571358 133.50660 6406 57	558.39661 16628278 133.41415 39730000 3 49

Essai 18 : solution initiale = [47 23 46 26 3 48 31 33 25 32 27 20 43 1 15 39 42 28 29 35 22 40 17 19 4  
36 45 2 5 38 6 12 49 11 34 18 41 21 8 13 14 37 10 44 0 16 30 24 7 9]  
Solution finale = [23 21 48 18 33 26 27 28 30 32 29 31 34 41 42 44 39 38 37 35 36 40 43 1 4  
46 45 3 5 8 7 6 2 12 10 9 13 16 17 47 14 15 11 0 24 22 20 49 19 25] valeur => 475.9847507765004 (nombre de déplacements = 46)

Tabou , Max Dépl	5	10	20	25	100	500
2	1633.16381 5087688 0.12653223 600000002 5	1291.632998 9153453 0.253704598 10	1130.07101 33027364 0.49128733 100000005 20	983.007480 3098246 0.64013822 40000001 25	930.31193 72992845 2.5045766 40000000 100	930.90702 623835 12.525165 112 500
5	1773.49960 2803002 0.12898379 399999998 5	1225.094775 9346311 0.260457453 10	911.822522 0756178 0.52991924 3 20	998.669473 9174471 0.68902137 30000001 25	703.79294 47587884 3.0188557 83000000 2 100	765.47538 48537732 12.478224 232 500
10	1904.85766 78981944 0.12710318 3 5	1243.826857 7386145 0.255109731 10	1057.12822 01348404 0.49640647 4 20	819.251697 0024809 0.62795350 5 25	725.31517 43809753 2.5181693 21 100	767.53700 73469223 12.749021 245 500
100	1690.72207 14000546 0.12944406 200000003 5	1164.515293 300854 0.258919882 00000005 10	997.483494 0796383 0.52496657 7 20	1082.06681 46654943 0.64685568 30000001 25	649.15515 04134482 2.5703207 67999999 8 100	772.13545 43671595 13.331047 51 500

tsp 101 hill climbing / Tabou :

Essaie, Max Dépl	10	15	40	80	150
2	2862.6681 2.1875 10	2534.9666 3.29688 15	1725.1056 9.26562 40	1378.9494 18.15625 80	1172.0434 26.625 110
5	2869.3667 4.3125 10	2500.6084 6.57812 15	1648.9099 17.79688 40	1379.6783 36.26562 80	1196.9764 52.60938 116
10	2901.7191 6.82812 10	2561.8696 10.01562 15	1684.6938 27.51562 40	1204.173 56.65625 80	1176.8398 88.54688 126
30	2874.7306 11.8125 10	2424.3701 17.14062 15	1570.3484 46.40625 40	1220.0016 92.125 80	1004.4198 135.54688 141

Tabou, Max Dépl	10	15	40	80	150
2	3020.4638 1.09375 10	2629.2035 1.71875 15	1727.8563 4.53125 40	1382.119 9.60938 80	1327.2038 18.65625 150
5	3113.4182 1.23438 10	2705.1373 1.92188 15	1740.262 4.64062 40	1383.1378 10.64062 80	1133.3231 19.25 150
10	3260.9463 1.34375 10	2530.434 1.8125 15	1642.7849 4.73438 40	1544.1561 9.26562 80	1157.2876 17.9375 150
30	3013.6739 1.09375 10	2536.5216 1.85938 15	1844.0407 4.76562 40	1389.3989 8.84375 80	1191.1092 16.85938 150
70	2975.2362 1.125 10	2430.8661 1.70312 15	1504.7754 4.64062 40	1370.817 9.48438 80	1223.5951 17.46875 150
130	2949.5905 1.20312 10	2671.1192 1.71875 15	1593.3839 4.54688 40	1441.6639 9.29688 80	1363.1688 17.95312 150

Note : ma machine ne me permet pas d'utiliser un grand nombre de paramètres avec cette instance .

un test a été fait avec une liste tabou de taille 150 et 1000 déplacements :

1143.2490679878645km en 211.279808387S avec 1000 déplacements.

(deux machines différentes ont été utilisées pour la compilation et donc des temps d'exécutions pas forcément cohérents entre les instances ) .