Introduction à l'algorithmique

Sébastien Jean

IUT de Valence
Département Informatique

v1.0, 9 septembre 2025

IUT Valence
Université Grenoble Alpes

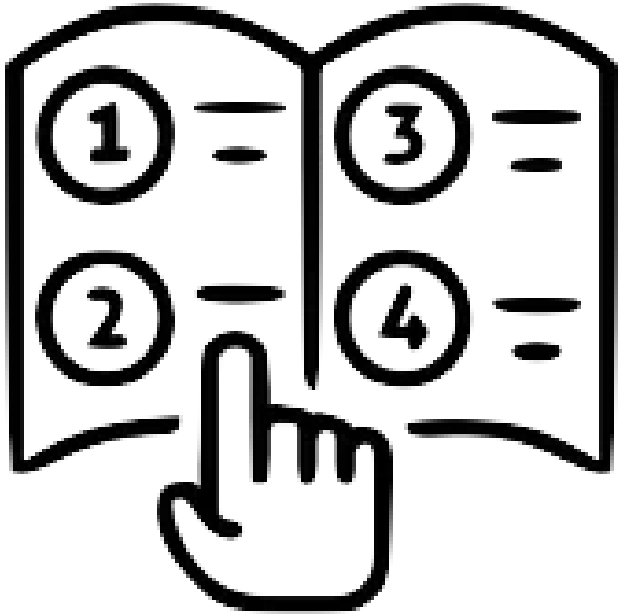
Qu'est ce qu'un algorithme ?

IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Qu'est ce qu'un algorithme ?

Définition

Un **algorithme** est une suite finie et non ambiguë d'**instructions et d'opérations** permettant de **résoudre** une classe de problèmes

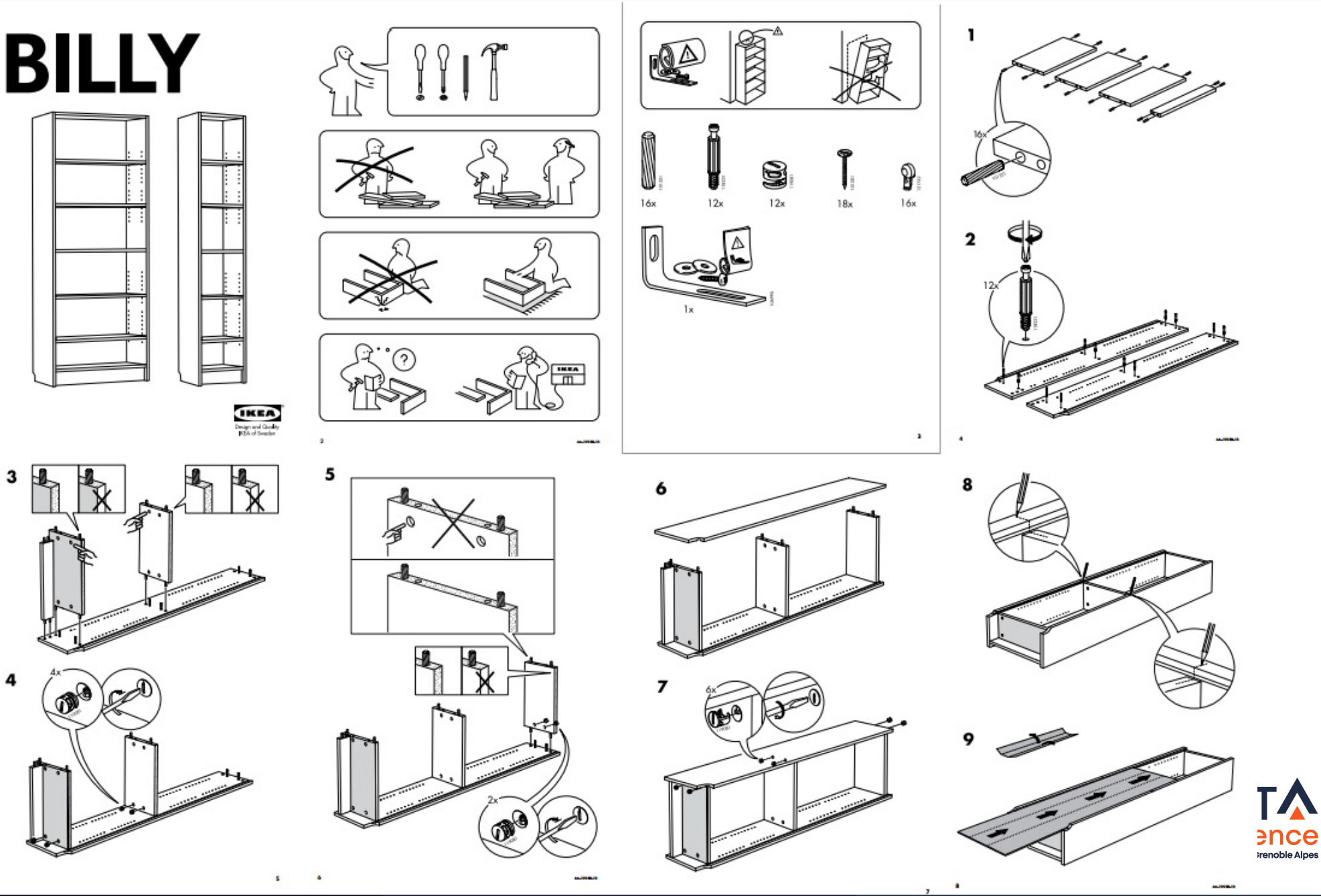


IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Algorithmes de la vie courante ?

IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Exemple d'algorithmes de la vie courante



Exemple d'algorithmes de la vie courante

Exemple d'algorithmes de la vie courante

IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Qu'est ce qu'un algorithme ? (suite)

Définition « grand public » de Gérard Berry (Collège de France)

Un algorithme, c'est tout simplement une façon de décrire dans ses moindres détails comment procéder pour faire quelque chose.

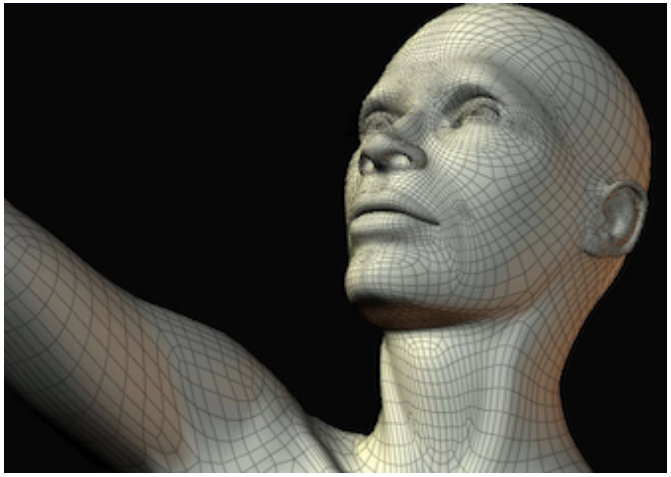
Il se trouve que beaucoup d'actions mécaniques, toutes probablement, se prêtent bien à une telle décortication. Le but est d'évacuer la pensée du calcul, afin de le rendre exécutable par une machine numérique (ordinateur, ...). On ne travaille donc qu'avec un reflet numérique du système réel avec qui l'algorithme interagit.

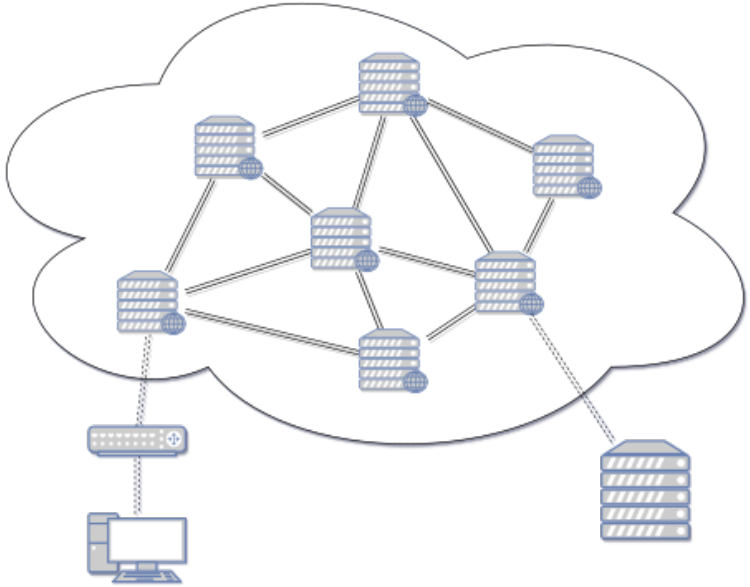
IUT Valence Université Grenoble Alpes

Algorithmes informatiques ?

IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Exemple d'algorithmes informatiques

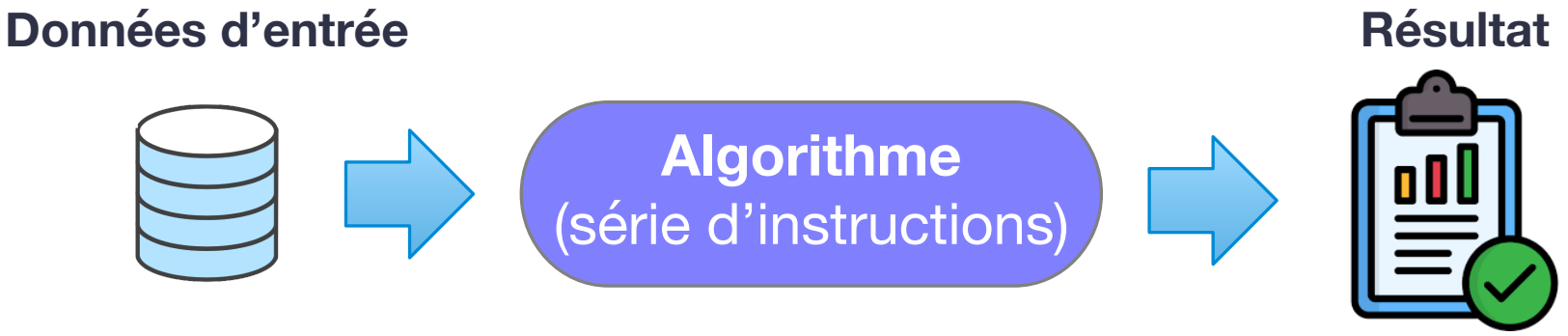




IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Algorithme informatique

- Un algorithme traite des données fournies en entrée (données du problème) et fournit (en général) un résultat en sortie



- Un algorithme informatique doit pouvoir être exprimé dans un temps et un espace limités

IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Existe t'il un algorithme pour tout problème ?

IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Existe t'il un algorithme pour tout problème ?

- Un problème est dit **non décidable** s'il n'existe pas d'algorithme pour le résoudre ...
- Il existe des problèmes non décidables
  - par exemple **le problème de l'arrêt**

IUT Valence Université Grenoble Alpes

Qu'attend-on d'un algorithme ?

IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Qu'attend-on d'un algorithme ?

- **Terminaison** (*Termination*)
  - L'algorithme se termine et produit un résultat
- **Correction** (*Correctness*)
  - L'algorithme produit un résultat correct (une solution au problème)
- **Efficacité** (*Efficiency*)
  - L'algorithme **limite** le nombre d'opérations (efficacité en temps) ou le nombre de données mémorisées (efficacité en mémoire)
- **Déterminisme** (*Determinism*)
  - Un algorithme est **déterministe** s'il fournit toujours le même résultat pour les mêmes entrées
  - Causes possibles de non déterminisme :
    - Instructions de type « décisions aléatoires », concurrence

IUT Valence Université Grenoble Alpes

Preuve et complexité d'un algorithme

- La **preuve** d'un algorithme vise à **démontrer** sa terminaison et/ou sa correction
  - Variant/invariant de boucle, preuve par récurrence, ...
- L'**analyse de complexité** étudie **formellement** la quantité de ressources (temps/mémoire) utilisée par un algorithme

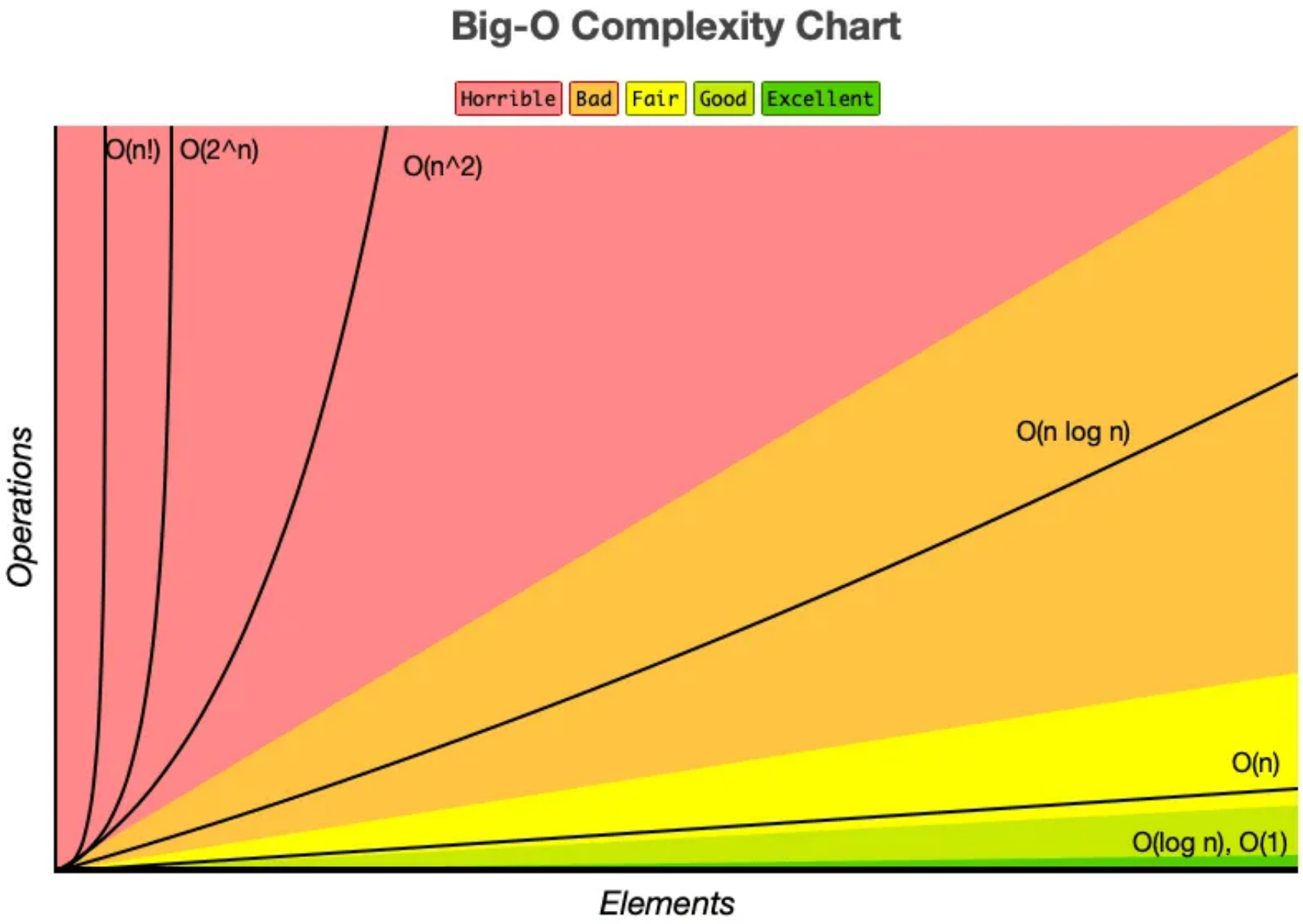
IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Complexité en temps : la notation *BigO*

- La **complexité asymptotique** dans le **pire des cas** permet d'exprimer l'évolution du temps de calcul en fonction de l'évolution de la taille des données
  - **Constante** (sans impact) $\rightarrow \mathcal{O}(1)$
  - **Logarithmique** (peu d'impact) $\rightarrow \mathcal{O}(\log(n))$
  - **Linéaire** $\rightarrow \mathcal{O}(n)$
  - **Quasi linéaire** $\rightarrow \mathcal{O}(n \log(n))$
  - **Quadratique** $\rightarrow \mathcal{O}(n^2)$
  - **Cubique** $\rightarrow \mathcal{O}(n^3)$
  - **Exponentielle** $\rightarrow \mathcal{O}(2^n)$
  - **Factorielle** $\rightarrow \mathcal{O}(n!)$

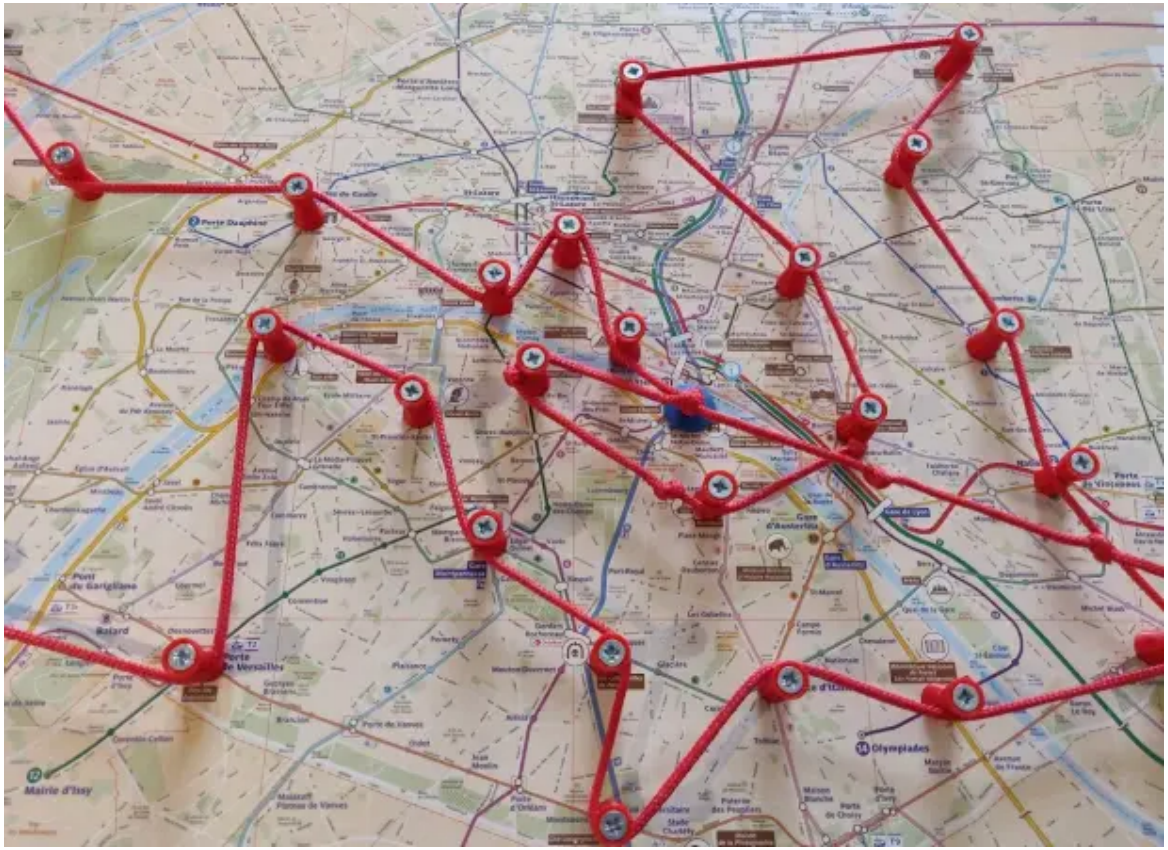
IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Complexité en temps : la notation *BigO*



Le problème du voyageur de commerce (TSP)

- Trouver le **plus court chemin** qui revient à une ville de départ en étant passé une et une seule fois par toutes les autres villes



IUT Valence
Université Grenoble Alpes

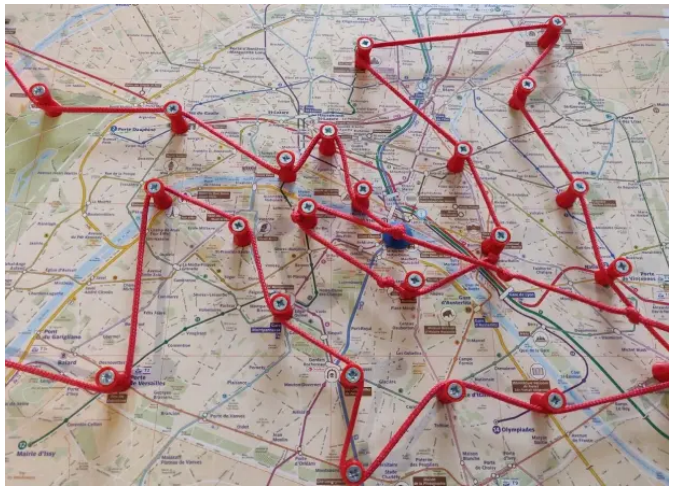
Le problème du voyageur de commerce (TSP)

- Ce problème a t'il une **solution algorithmique** ?

IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Le problème du voyageur de commerce (TSP)

- La solution est trouvée après l'évaluation de tous les trajets
  - On parle de force brute (*Brute Force*)
  - Pour n étapes il y a $\frac{(n-1)!}{2}$ trajets possibles
  - Si l'évaluation d'un trajet dure une micro-seconde, il faut 2000 ans pour trouver la solution pour 20 étapes !
- La complexité en temps/mémoire de cet algorithme rend **inutilisable en pratique**



IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Le problème du voyageur de commerce (TSP)

- Doit-on **renoncer à trouver une solution** ?
- Doit-on **faire évoluer le problème** ?

IUT Valence
Université Grenoble Alpes

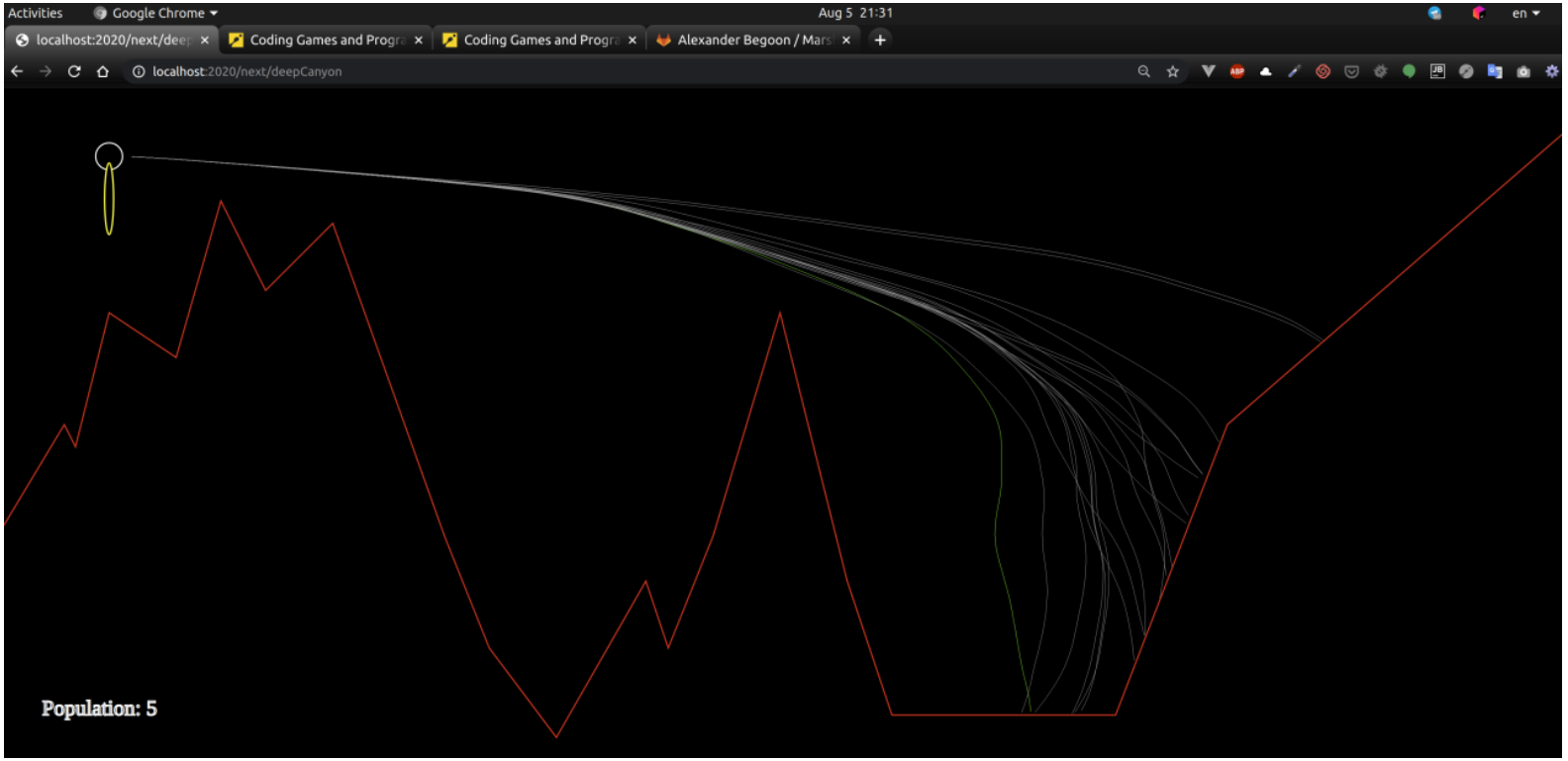
Problème d'optimisation, algorithme d'approximation

- Résoudre un **problème d'optimisation** consiste à minimiser la valeur d'une fonction
  - Le problème possède un **ensemble de solutions**, quelques unes sont **optimales**
  - Dans *TSP*, la fonction à minimiser est la longueur du trajet
- Un **algorithme d'approximation** est une méthode permettant de calculer une solution approchée à un problème algorithmique d'optimisation
  - On parle d'**Heuristique**

IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Techniques d'approximation / optimisation

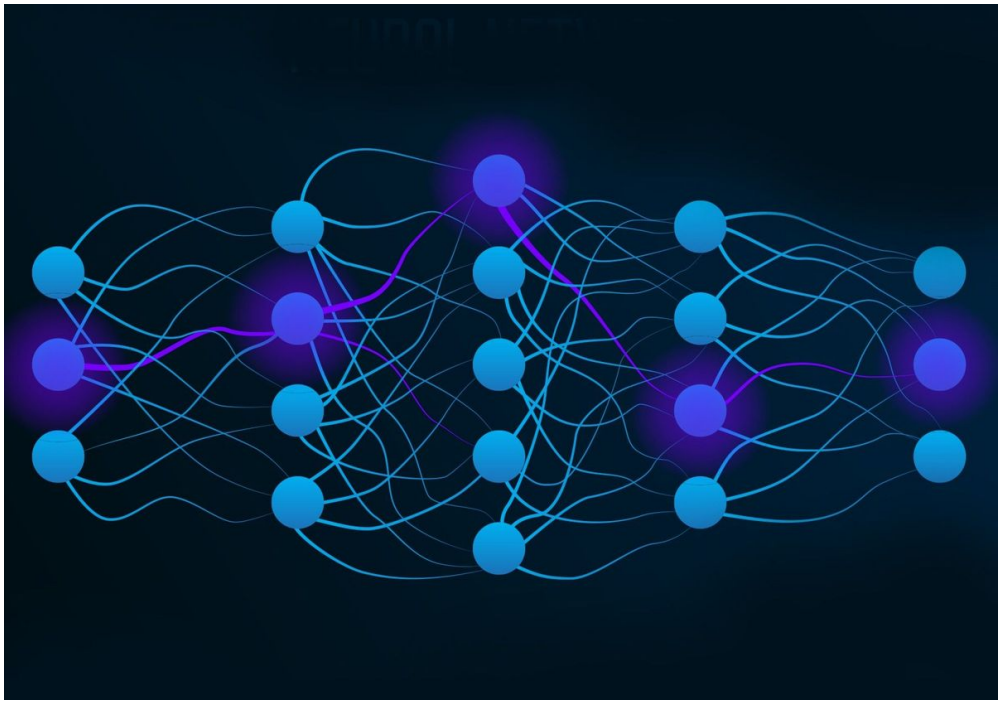
- Algorithme glouton (*Greedy algorithm*)
- Recherche locale (*Local Search*, recherche tabou (*Tabu Search*)
- Algorithmes génétiques (*Genetic Algorithm*)
- Algorithmes bio-inspirés (ex : colonies de fournis) ...



IUT Valence
Université Grenoble Alpes

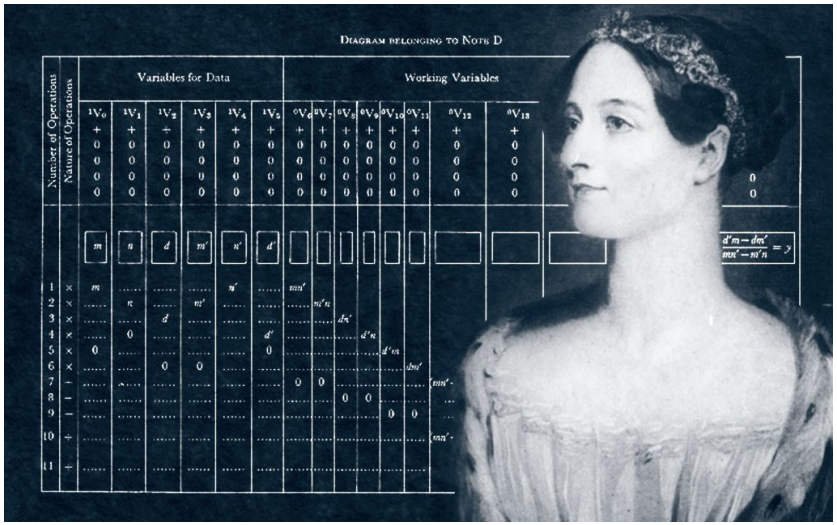
Et l'IA dans tout ça ?

- Un **réseau de neurones** est une structure informatique bio-inspirée qui donne une **réponse statistique**
- Ce n'est pas un algorithme mais plutôt un modèle de calcul (en théorie) et un système informatique (en pratique)
- Néanmoins, la construction et l'utilisation d'un réseau de neurones mobilisent de nombreux algorithmes ...



IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Quelques grandes figures de l'algorithmique



IUT Valence
Université Grenoble Alpes

Fin !

IUT Valence
Université Grenoble Alpes