



Université
de Paris

Algorithmie Avancée

Usage étendu des graphes

Année 2023-2024 par Prof. Nicolas Loménie

Graphes d'états, automates, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace

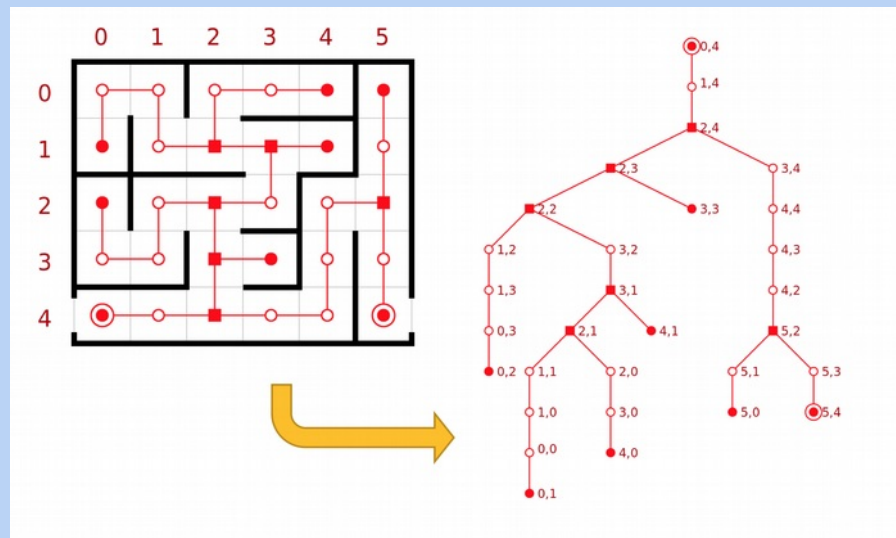
Un graphe est une représentation d'une relation binaire en ce sens d'une **relation de proximité** possiblement symbolique (graphe d'interactions, graphes sociaux)

La balade dans un graphe : déterministe vs. aléatoire

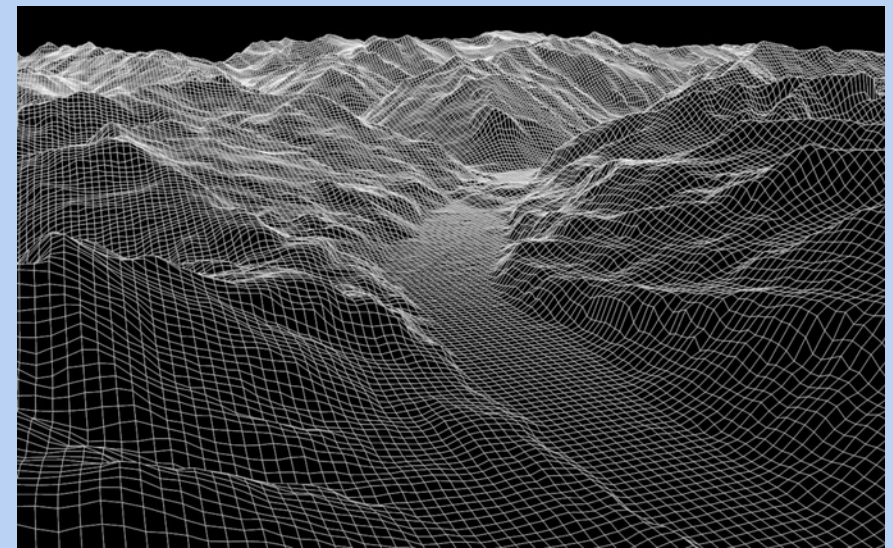
Aléa : coup d'un joueur, hasard, croyance, probabilité ...

Notion d'automate : le choix d'une branche de parcours est soumis à une mesure

Théorie des probabilités, des croyances, des possibilités, logique floue, heuristique



Maillage 3D



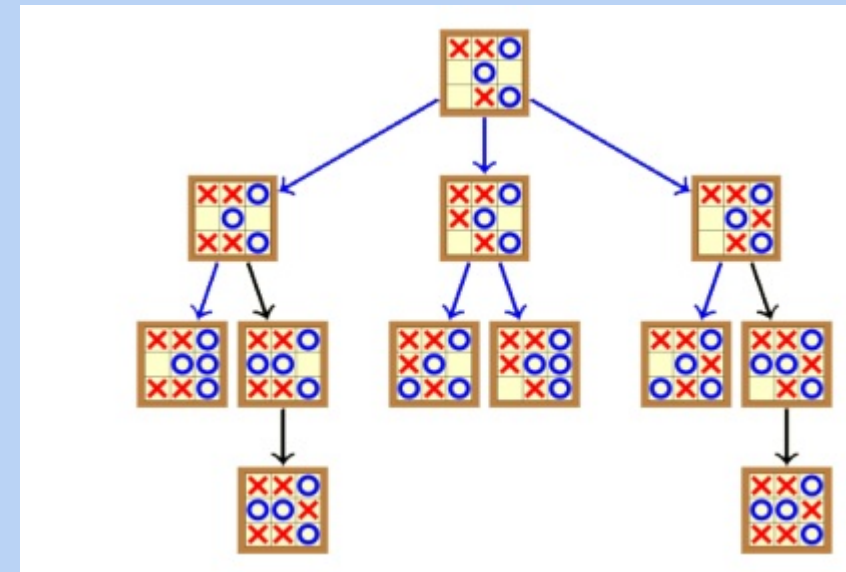
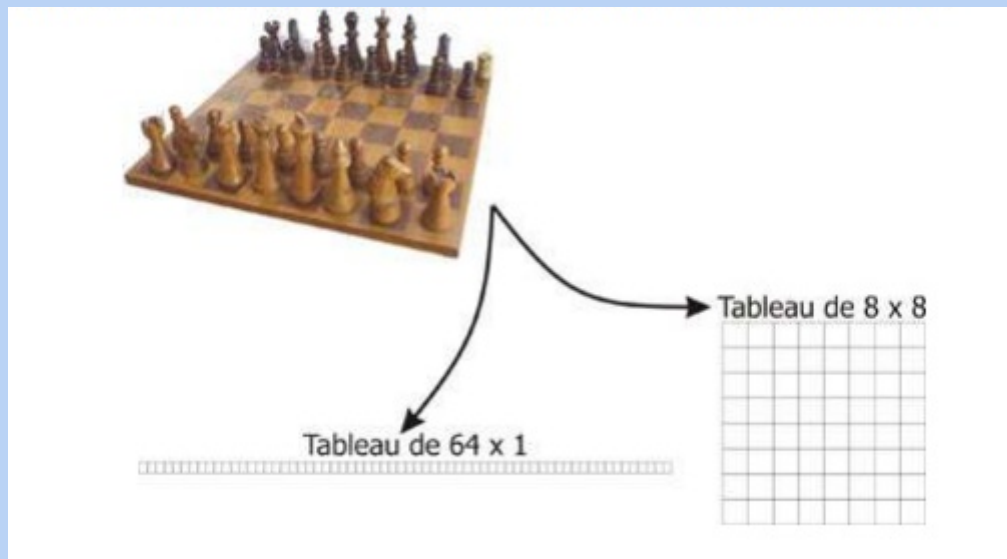
Graphes d'états, automates, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace

En particulier dans une logique séquentielle (en général temporelle) :

Jeux avec coups suivant,

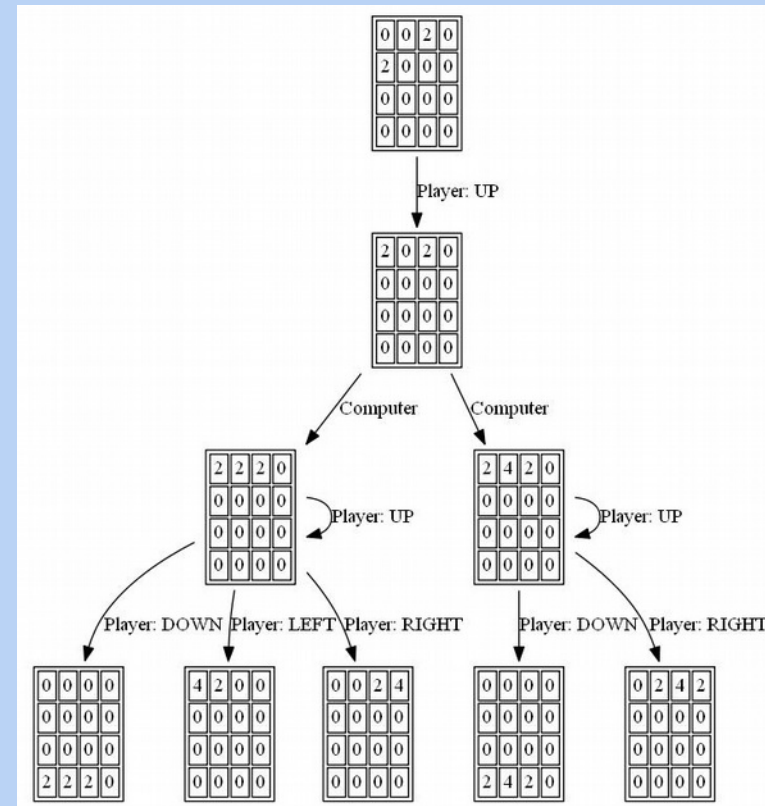
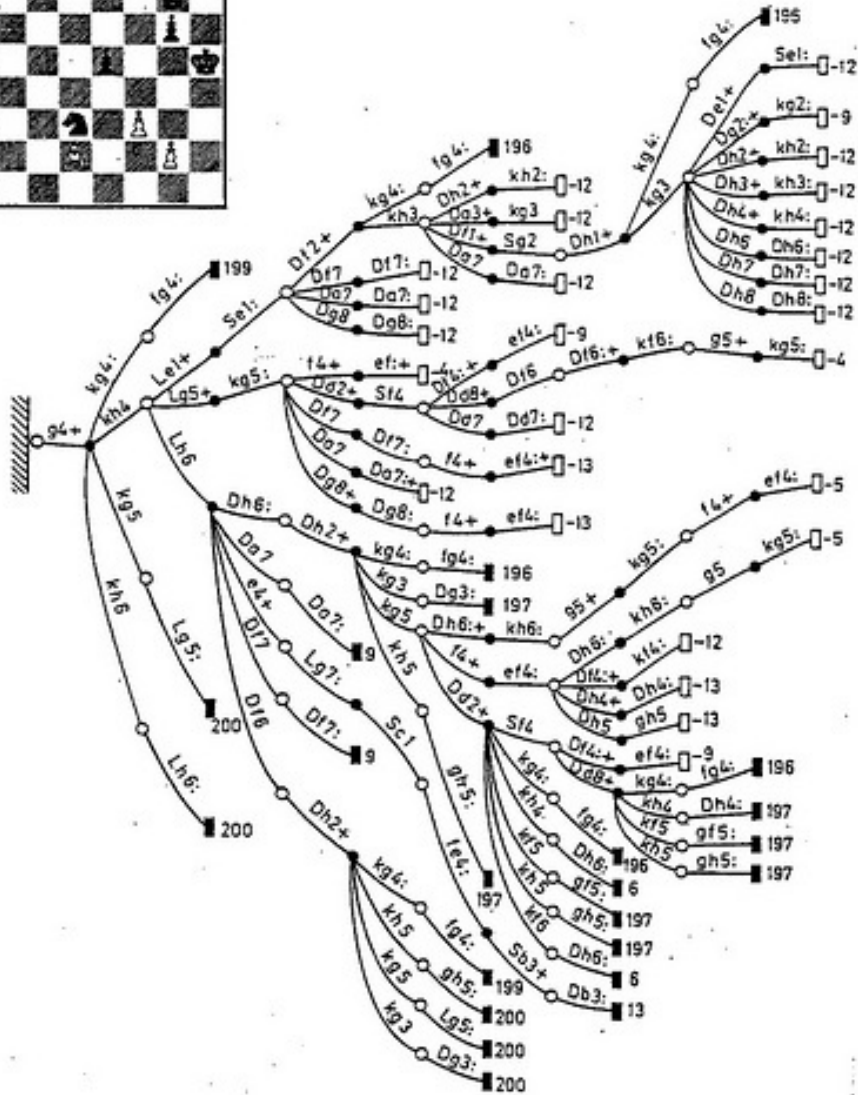
Jeux avec décision de déplacement

Écriture de texte, d'ADN, de suites de caractères, symboles ...



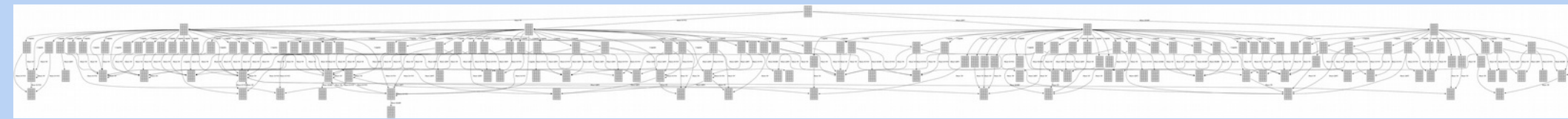
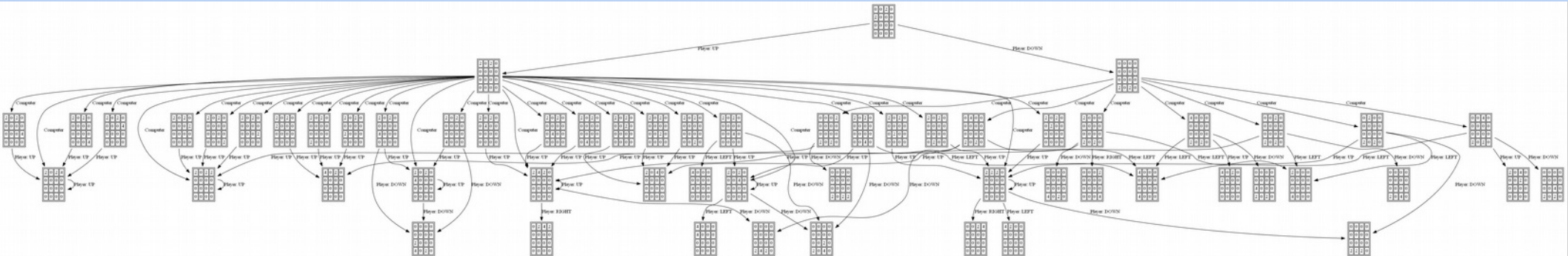
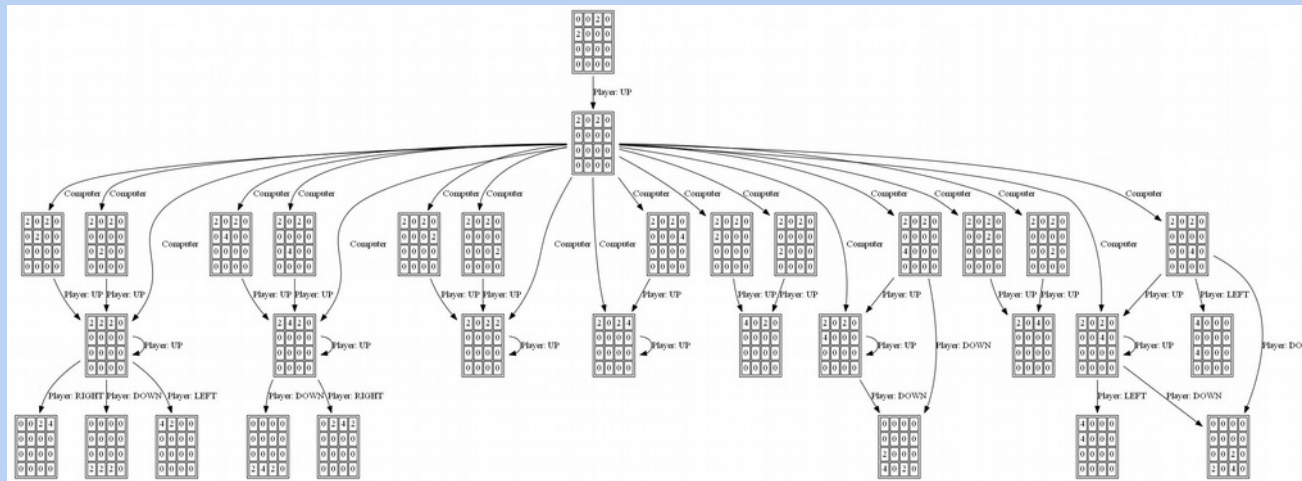
En particulier quand le graphe serait trop gros à dérouler entièrement,
quand le temps de jeu est mesuré, quand les informations arrivent en temps réel et sont peu
contraintes (contrairement au jeu d'échec finalement aisé à modéliser mais un joueur de foot
autrement plus compliqué) → problématique de l'IA, faible ou forte

Graphes d'états, automates, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace



https://www.researchgate.net/publication/308927590_Heuristic_Search_for_the_White_Rook_and_King_versus_the_Black_King_Chess_Endgame

Graphes d'états, automates, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace



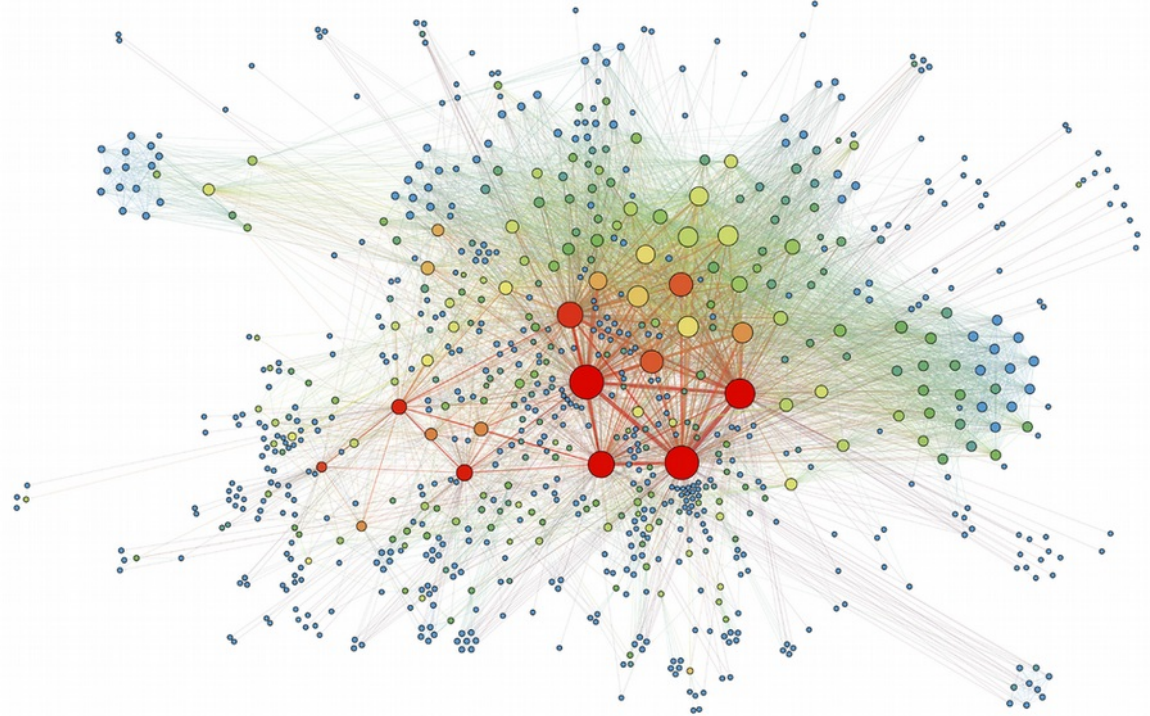
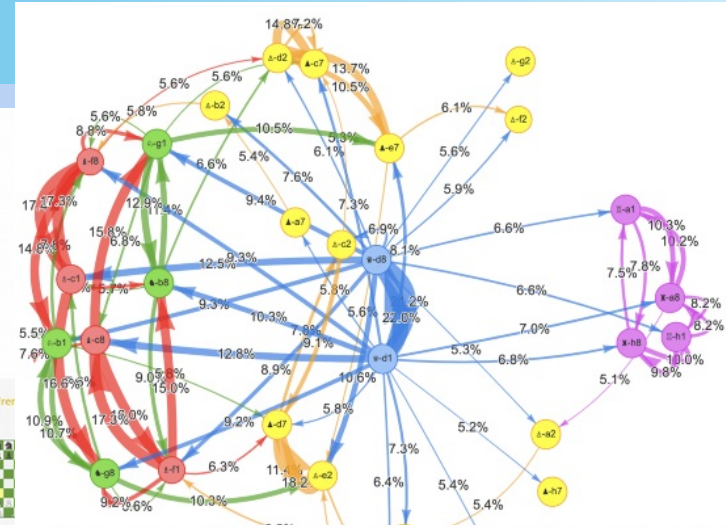
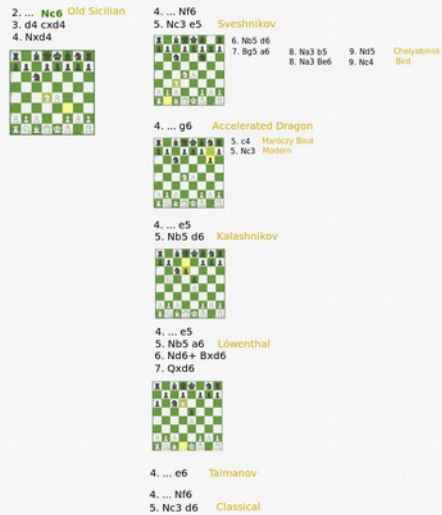
<https://stackoverflow.com/questions/22342854/what-is-the-optimal-algorithm-for-the-game-2048>

<https://play2048.co/>

<https://play.google.com/store/apps/details?hl=fr&id=com.s2apps.game2048>

Chess game

The Open Sicilians



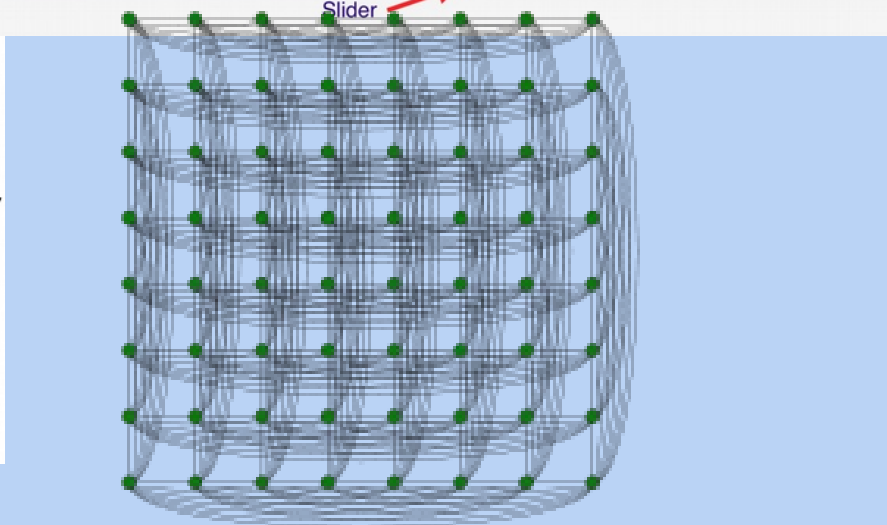
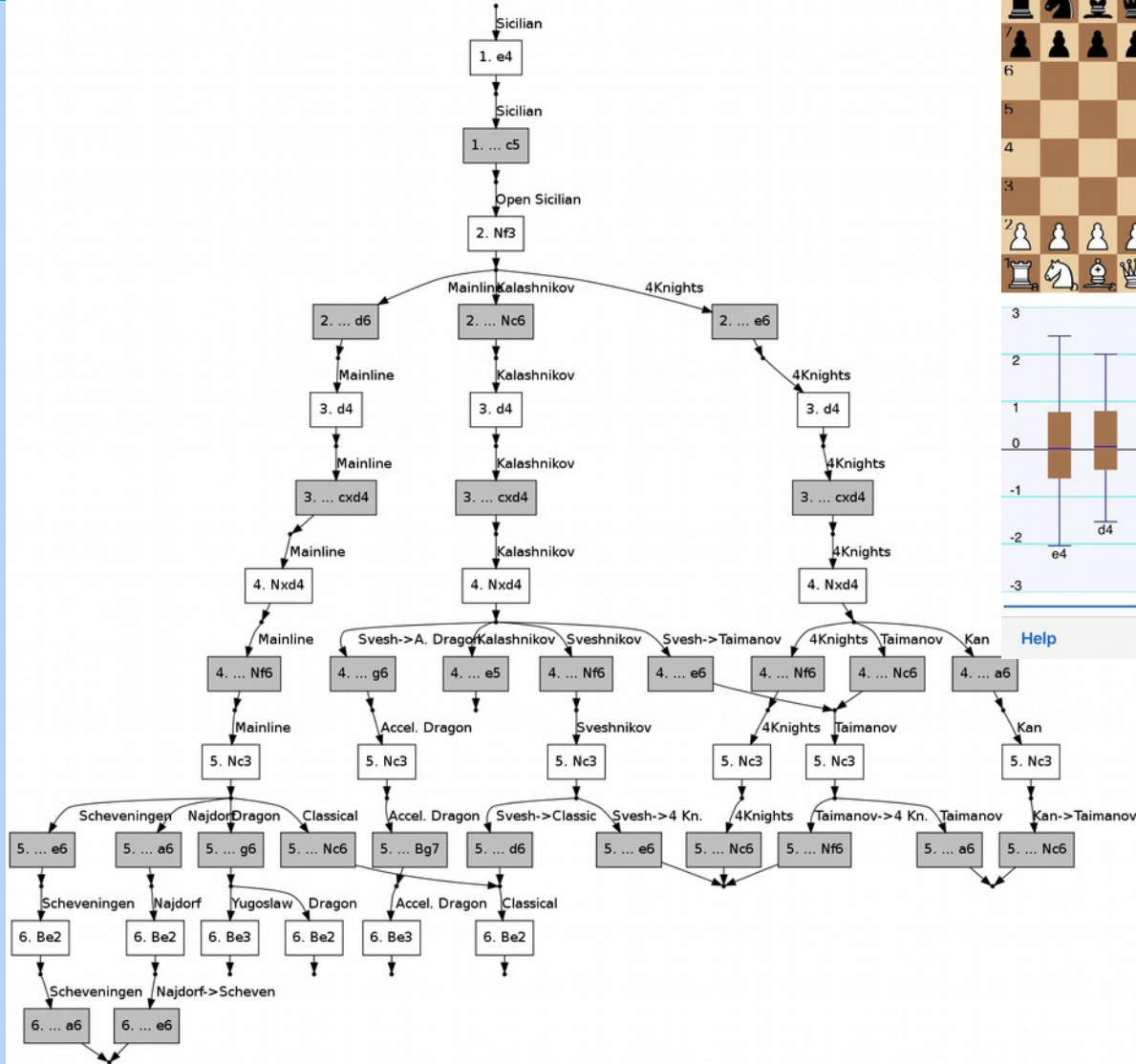
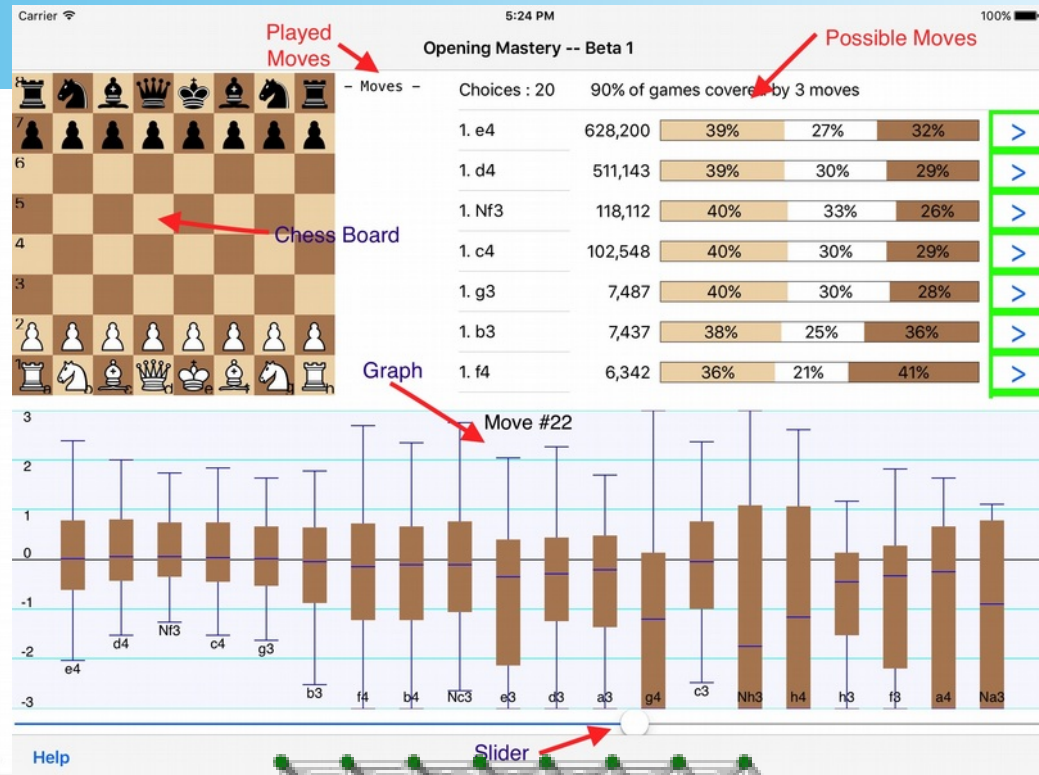
<https://medium.com/applied-data-science/how-to-analyse-chess-games-using-graph-networks-38dd3b77d4be>

<https://science.sciencemag.org/content/362/6419/1140>

https://www.reddit.com/r/chess/comments/hx9i3t/this_graph_is_from_yesterdays_game_between_2/

<https://i.redd.it/4dedcah0jf061.png>

Chess game



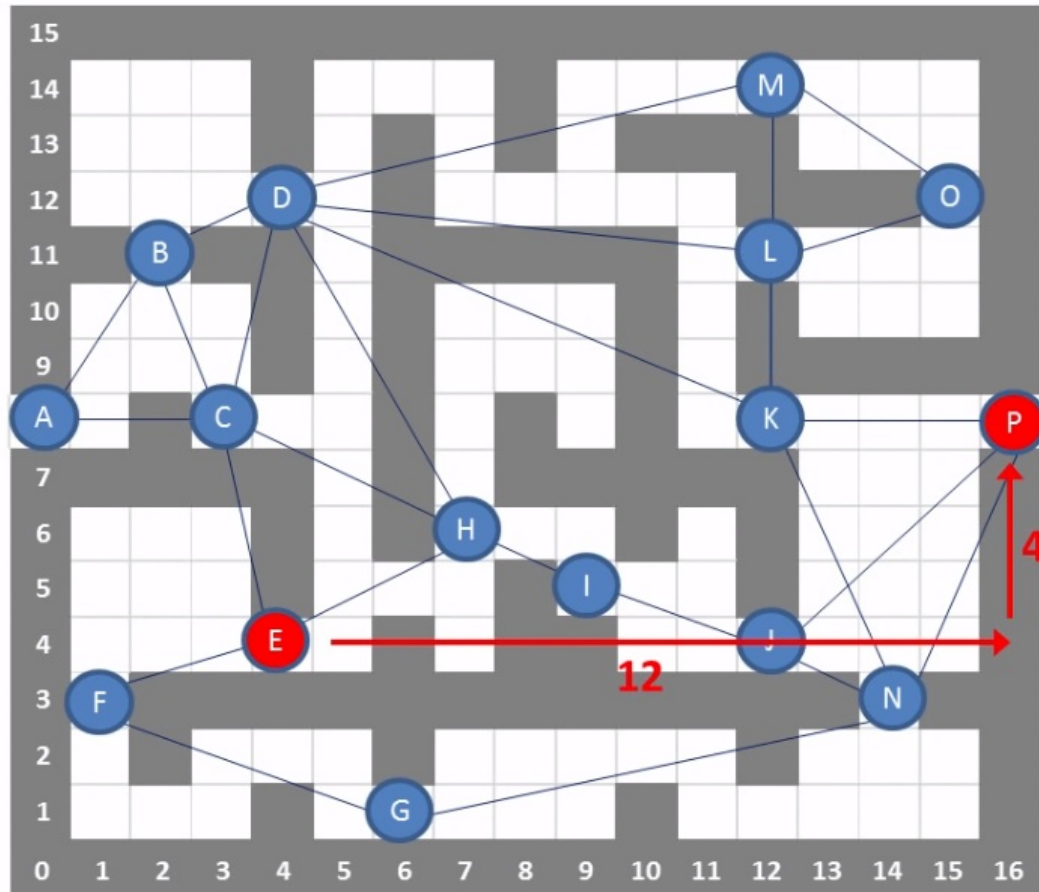
<https://www.chessopeningmastery.com/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Rook%27s_graph

<https://chess.stackexchange.com/questions/4136/opening-tree-graph>

Graphes d'états (stratégie A*), automates, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace

En particulier quand on cherche son chemin (la sortie ou la survie) pour sortir d'un piège



Coût total = $g(n) + h(n)$

$g(n)$: coût réel du chemin jusqu'à n
Type Dijkstra

$h(n)$: estimation du coût jusqu'au sommet « solution »

$h_2(n)$ est meilleur que $h_1(n)$ si
 $h_2(n) > h_1(n)$
mais sans dépasser le coût réel

Soit
 $g(n) + h_1(n) < g(n) + h_2(n) < \text{Dijkstra}(\text{Départ}, \text{Solution})$

$$h(n) \leq h^*(n).$$

https://courses.cs.duke.edu/fall11/cps149s/notes/a_star.pdf

<https://brilliant.org/wiki/a-star-search/>

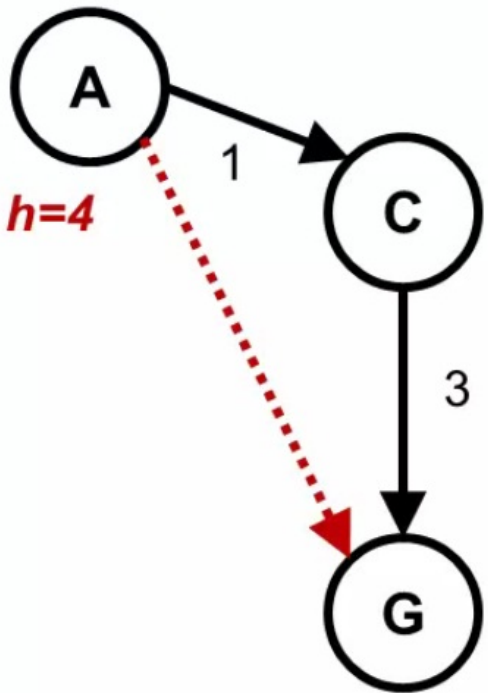
<https://www.geeksforgeeks.org/a-search-algorithm/>

<https://www.youtube.com/watch?v=eSOJ3ARN5FM>

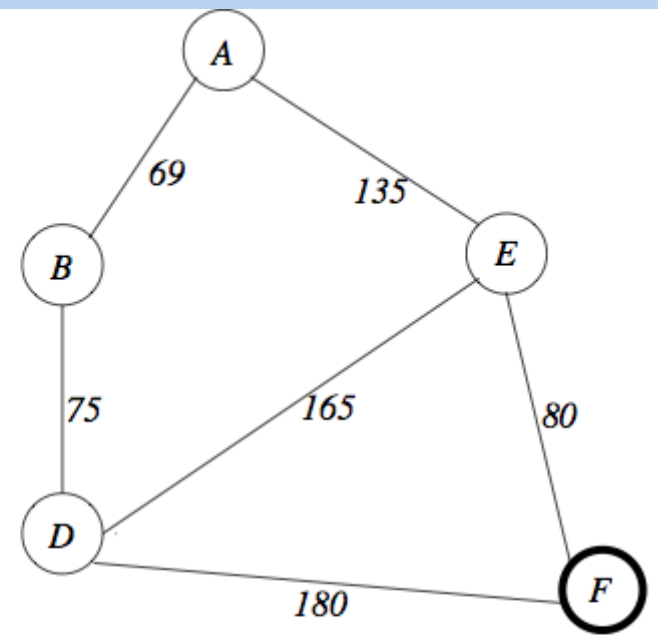
https://en.wikipedia.org/wiki/A*_search_algorithm

<https://examples.yourdictionary.com/examples-of-heuristics.html>

Graphes d'états (stratégie A*), automates, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace

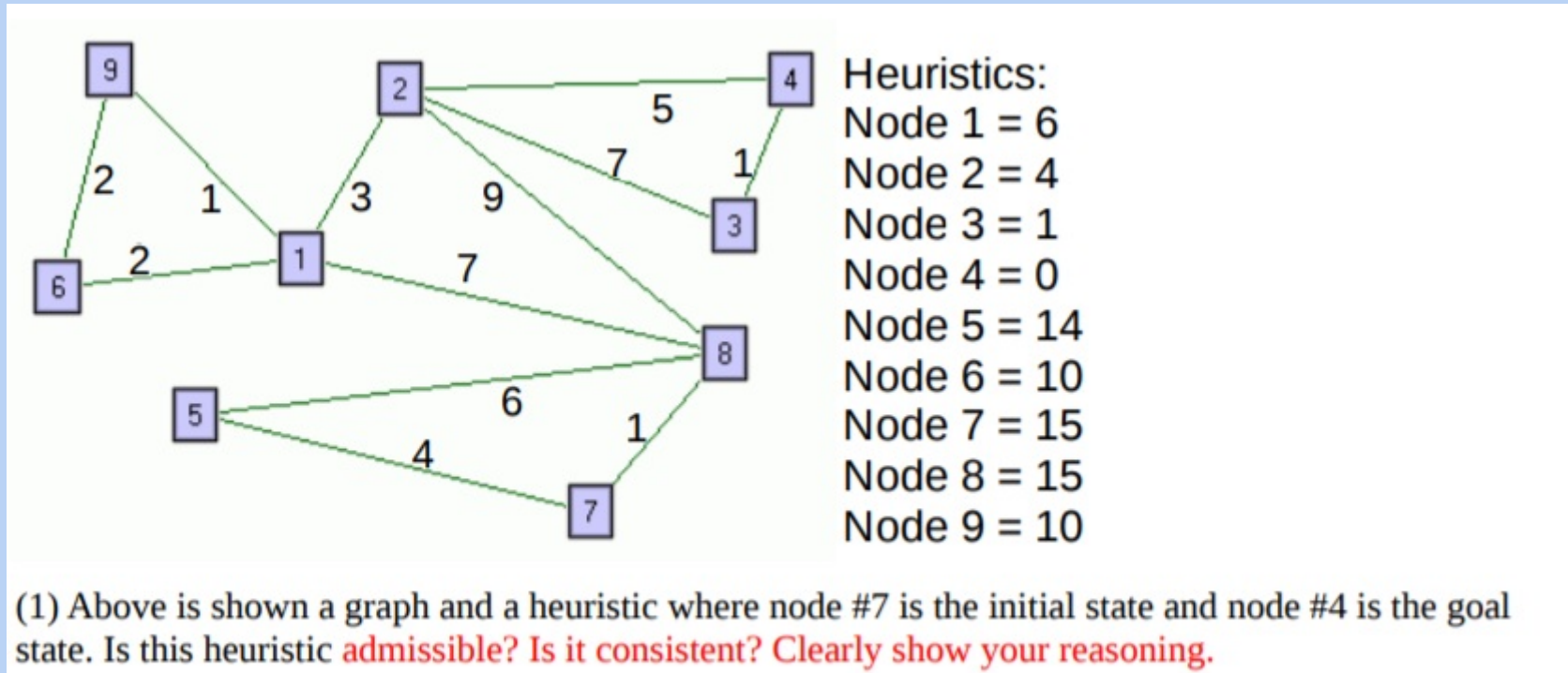


$$h(n) \leq h^*(n)$$



$h_1(A)$	=	200	$h_2(A)$	=	205
$h_1(B)$	=	247	$h_2(B)$	=	270
$h_1(D)$	=	162	$h_2(D)$	=	175
$h_1(E)$	=	72	$h_2(E)$	=	82
$h_1(F)$	=	0	$h_2(F)$	=	0

Graphes d'états (stratégie A*), automates, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace

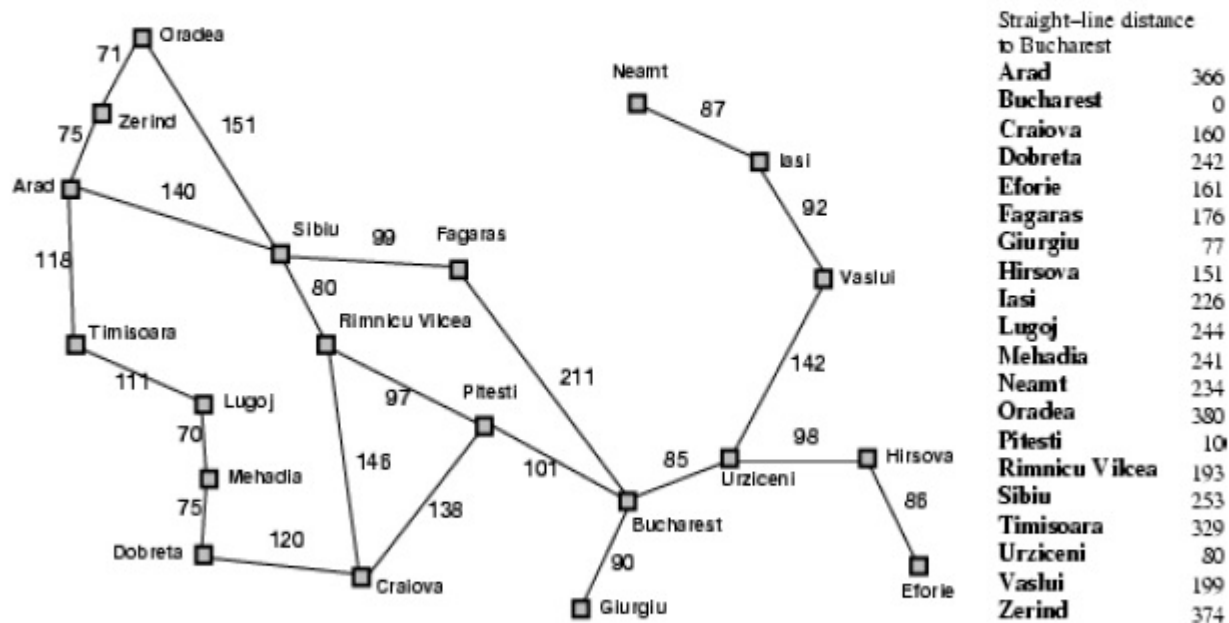


Graphes d'états (stratégie A*), automates, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace

The A* algorithm uses the "evaluation function" $f(n) = g(n) + h(n)$, where

- $g(n)$ = cost of the path from the start node to node n
- $h(n)$ = estimated cost of the cheapest path from n to the goal node

But, in the following case (picture), how is the value of $h(n)$ calculated?



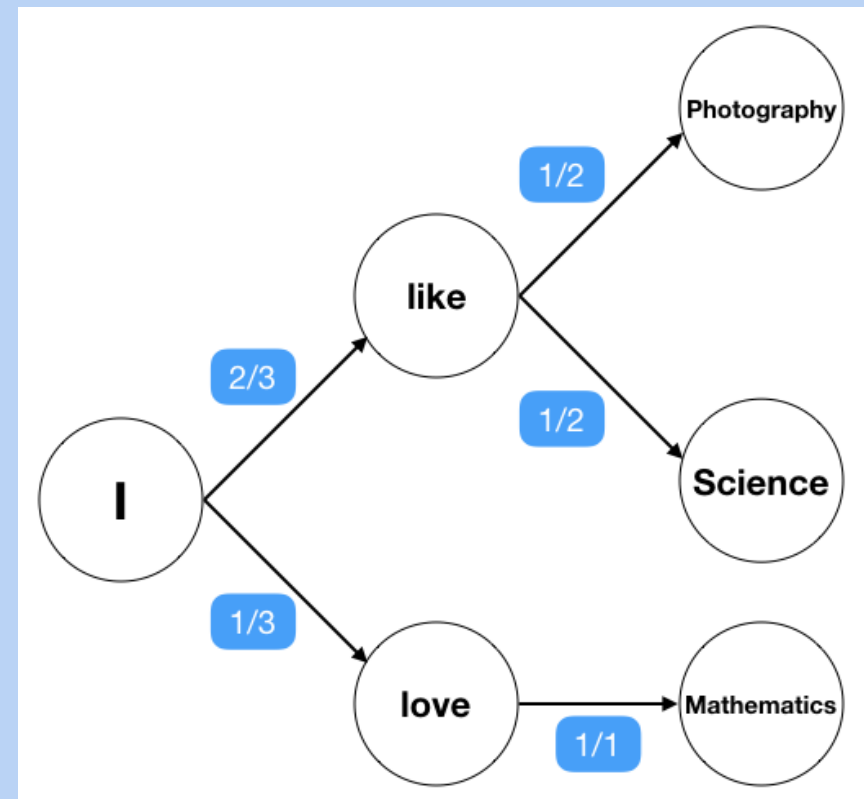
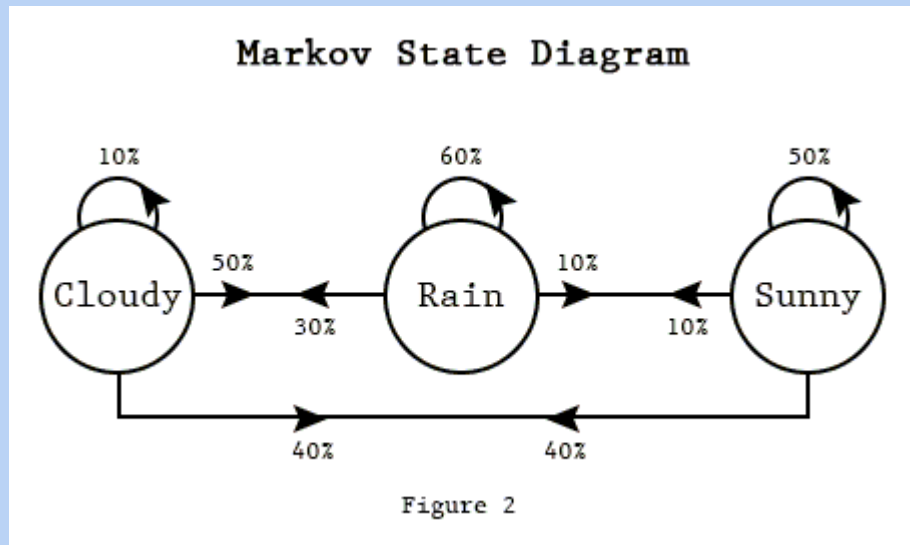
▪ Example: $h_{SLD}(n)$ = straight-line distance from n to Bucharest

23

In the picture, $h(n)$ is the straight-line distance from n to the goal node. But how do we calculate it?

Graphes d'états, **automates**, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace

Il existe toute une modélisation stochastique des automates finis en particulier
Théorie des automates et langages formels



Graphes d'états, **automates**, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace



eau	2	(Rousseau , château)
eaut	18	(beauty, beauties)
eau.	1	(Rousseau.)
eaub	1	(Chateaubriand)
eaux	4	(Bordeaux, tableaux)
eau,	1	(Rousseau,)

An Example of Statistical Investigation of the Text “Eugene Onegin” Concerning the Connection of Samples in Chains

A. A. Markov

(Lecture at the physical-mathematical faculty, Royal Academy of Sciences, St. Petersburg, 23 January 1913)

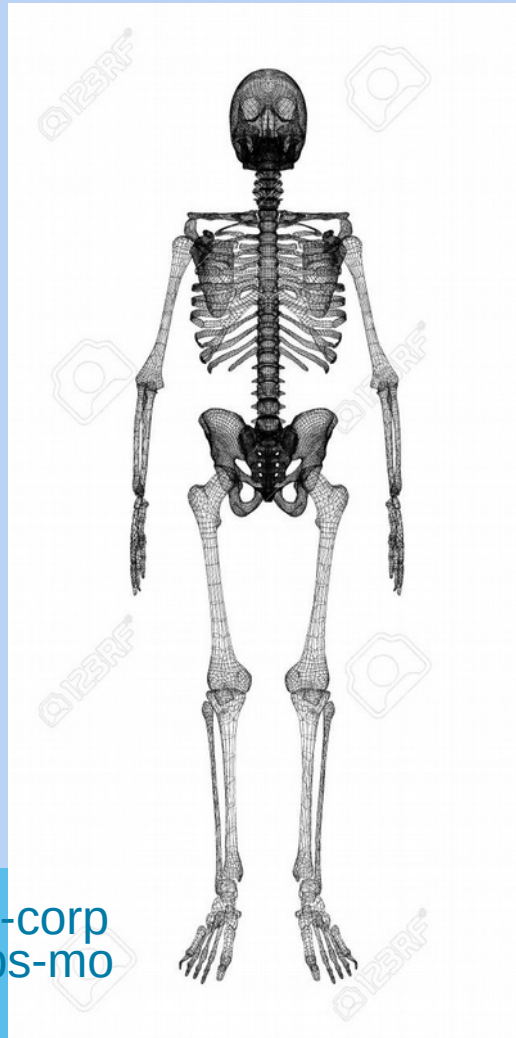
<http://bit-player.org/extras/markov-sfi/#/2>

<https://www.cultura.com/p-culturamaqui-n-a-jamais-reve-d-avoir-lu-tous-les-livres-3655907.html>

Graphes d'états, automates, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace

Précédemment dans le cas de processus de Markov, la relation binaire reliant deux sommets de notre graphe était essentiellement d'ordre temporelle (séquentielle).

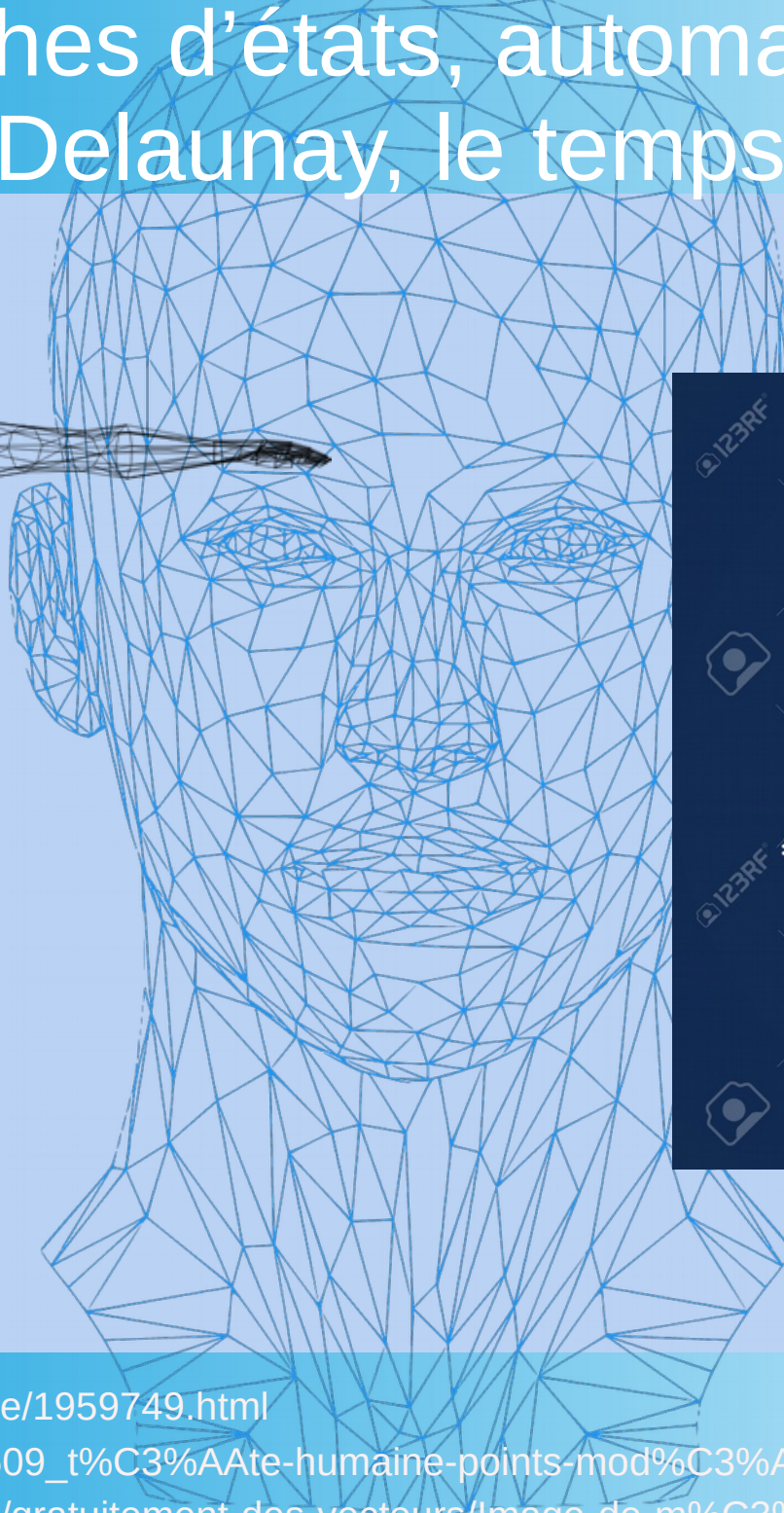
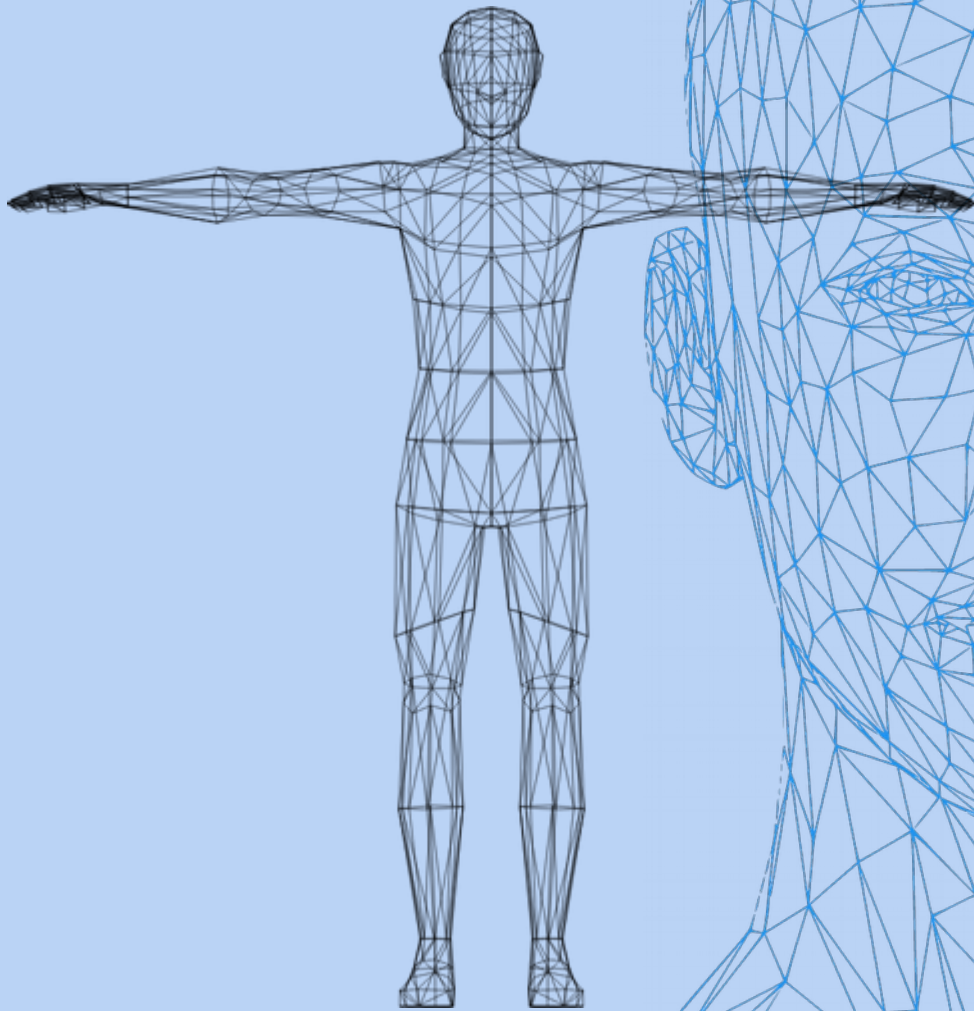
Il existe aussi des relations binaires qui relient deux sommets essentiellement par proximité spatiale, une espèce de connexité implicite (voir théorie de la Gestalt)



https://fr.123rf.com/photo_33795234_le-corp-s-humain-squelette-la-structure-du-corps-mod%C3%A8le-filaire.html

https://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_de_la_forme

Graphes d'états, automates, Graphes de Delaunay, le temps et **l'espace**

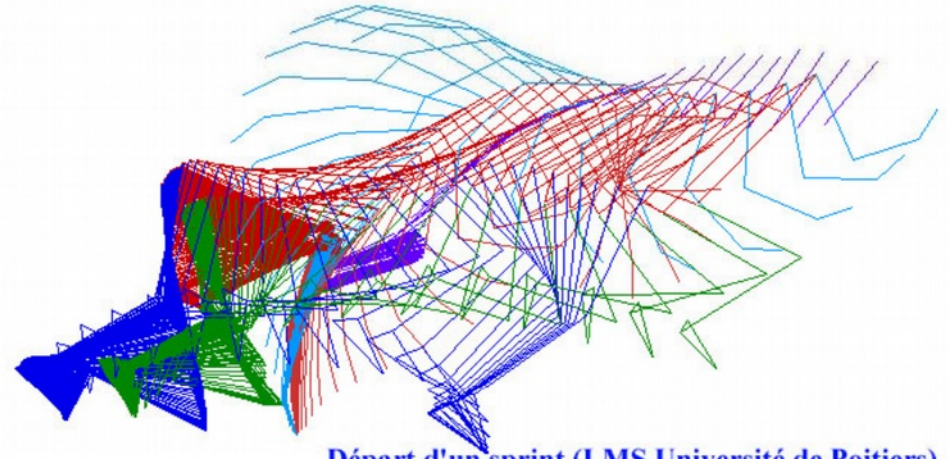
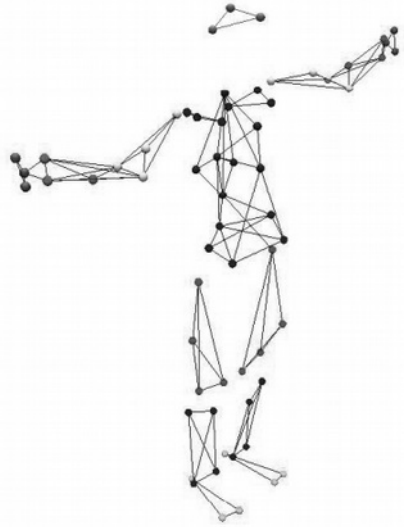
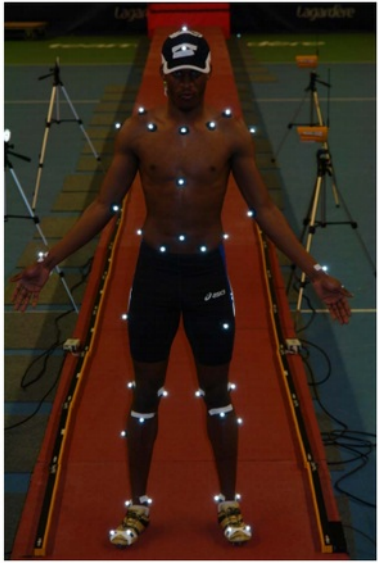


<https://svgsilh.com/fr/2196f3/image/1959749.html>

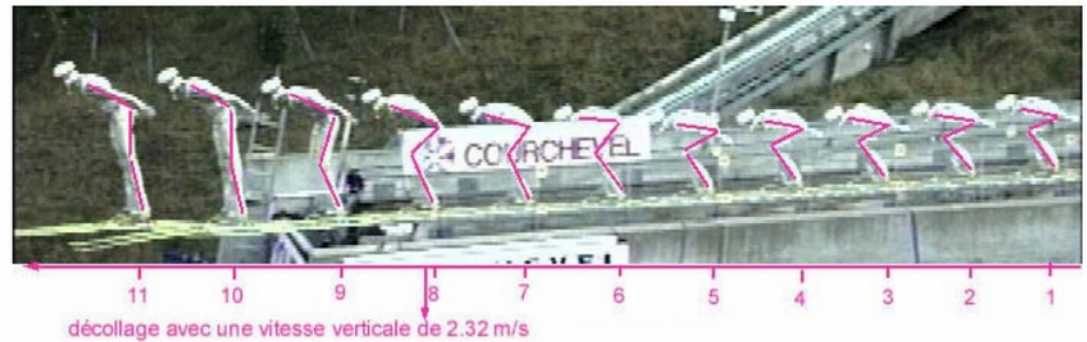
https://fr.123rf.com/photo_15145609_t%C3%A0te-humaine-points-mod%C3%A8le.html

<https://publicdomainvectors.org/fr/gratuitement-des-vecteurs/Image-de-m%C3%A2le-filaire/67943.html>

Graphes d'états, automates, **Graphes de Delaunay**, le temps et **l'espace**



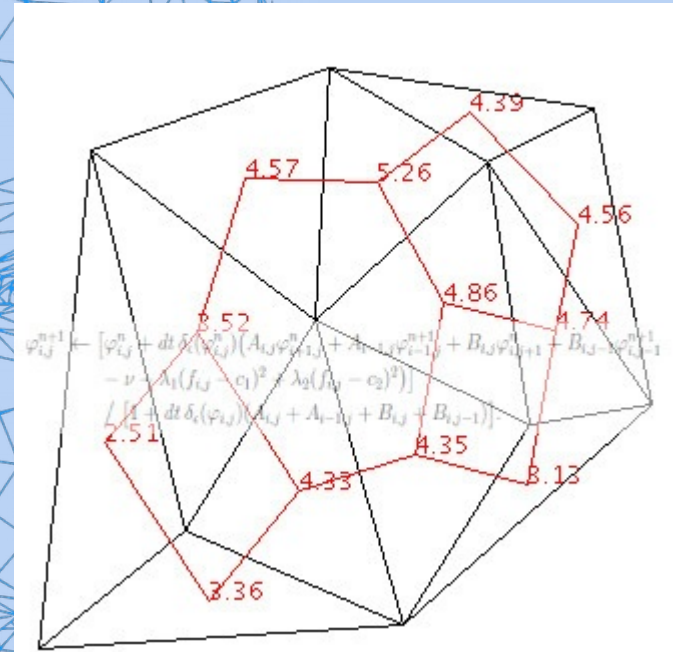
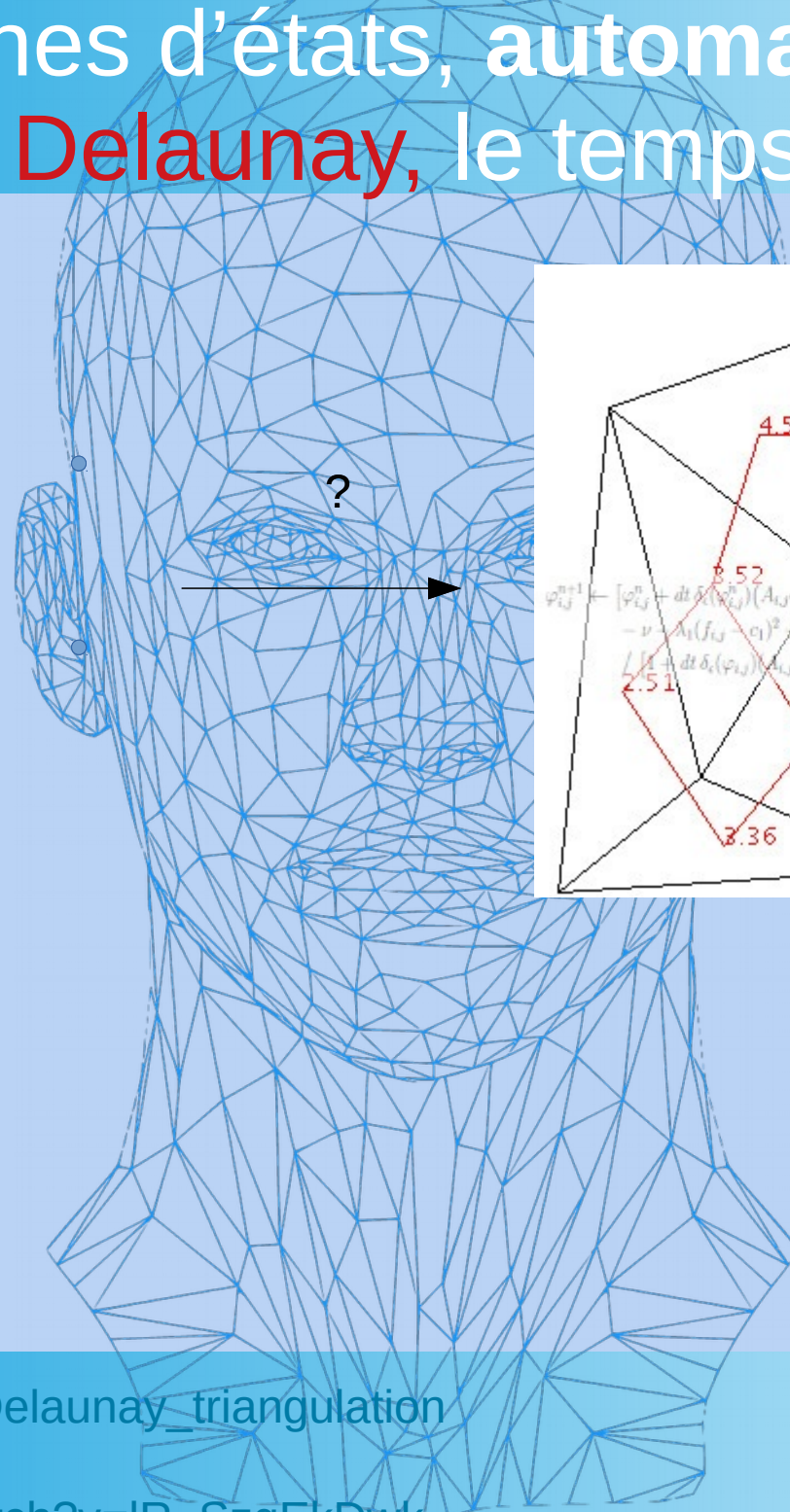
Départ d'un sprint (LMS Université de Poitiers)



Graphes d'états, automates, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace

4.57

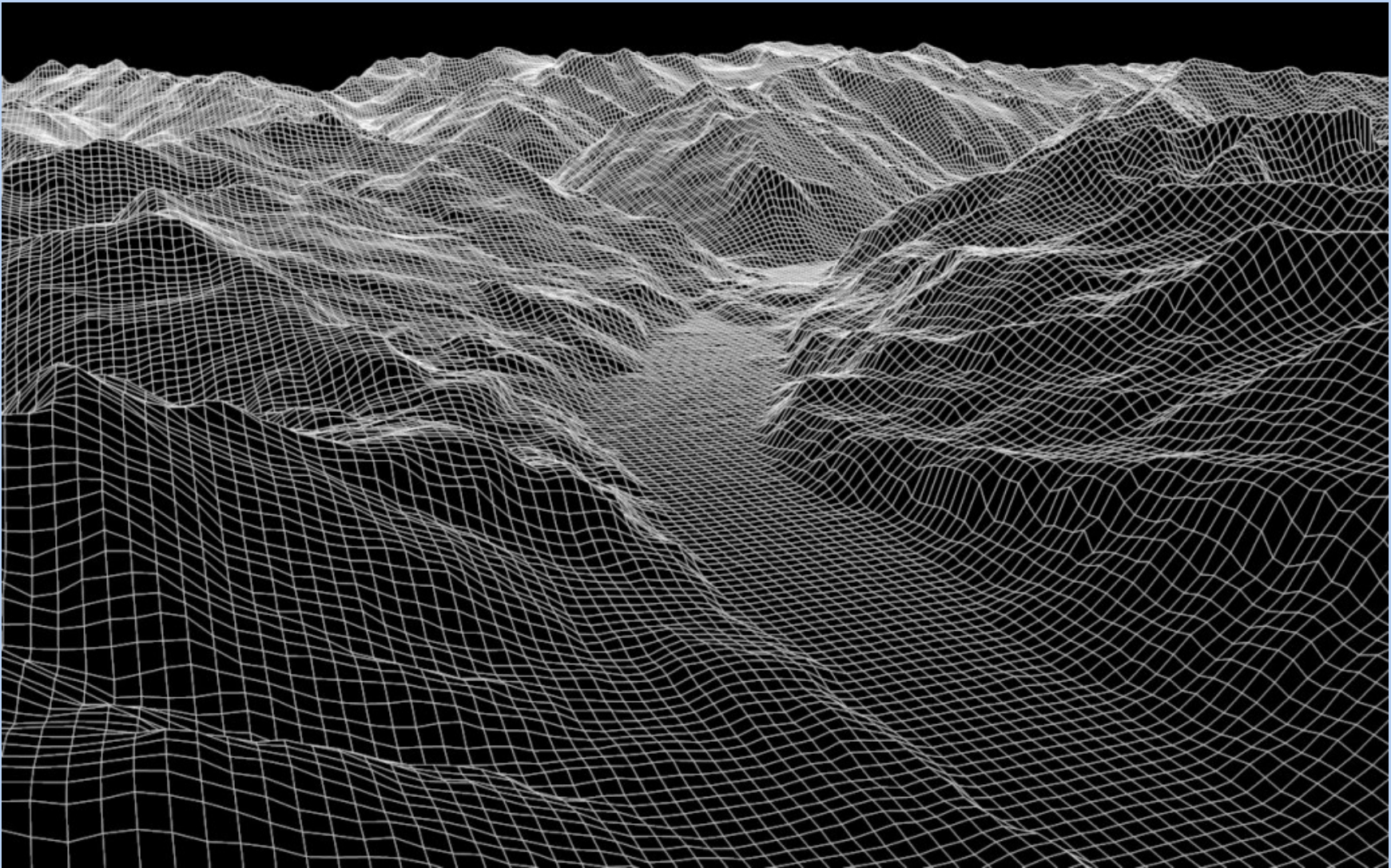
4.33



https://en.wikipedia.org/wiki/Delaunay_triangulation

https://www.youtube.com/watch?v=IR_SzgEkDwk

Graphes d'états, automates, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace

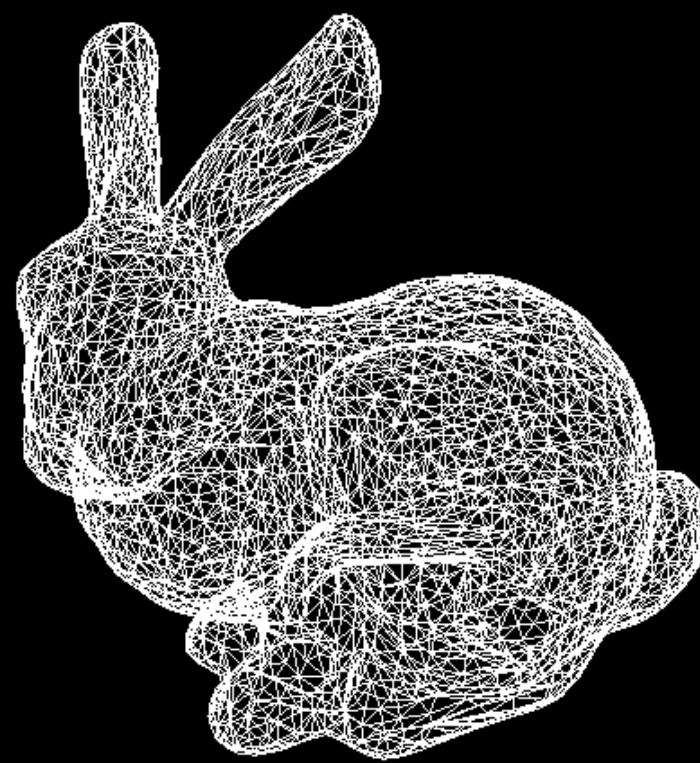


Graphes d'états, automates, Graphes de Delaunay. le temps et l'espace

```
lomn@XPS-13-Lomenie: ~/Bureau/3DPython
Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide

lomn@XPS-13-Lomenie:~/Bureau/3DPython$ python 3DBunny.py
pygame 2.0.0 (SDL 2.0.12, python 3.6.9)
Hello from the pygame community. https://www.pygame.org/contribute.html

```



The image shows a terminal window and a corresponding 3D visualization. The terminal window displays the command `python 3DBunny.py` and its output, including the pygame version (2.0.0) and a link to the pygame community website. Below the terminal, a window titled "pygame window" shows a 3D wireframe model of a rabbit, which is a standard test object in computer graphics. The rabbit is rendered in white lines against a black background.

Graphes d'états, automates, Graphes de Delaunay, le temps et l'espace

What parameters should exist?

784

$p_1: 0.00$
 $p_2: 0.00$
 $p_3: 0.00$
 $p_4: 0.00$
 $p_5: 0.00$
 $p_6: 0.00$
 $p_7: 0.00$
 $p_8: 0.00$
...

Training in progress...

5 → 5

784

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

And how does it take on that challenge? How does this network learn the appropriate weights and biases just by looking at data? Oh?

8:55 / 19:13 · Edge detection example >