

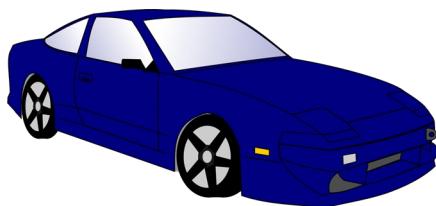
IA-t-il un pilote dans l'auto ?

Principe

Le principe de ce kit est de faire comprendre le fonctionnement des IA de manière générale, en mettant l'élève le plus possible dans la position de l'IA. Le fil rouge est la voiture autonome et certaines IA associées.

Les élèves se voient proposer de passer le « permis de ne pas conduire », délivré après la validation de 3 ateliers :

- Optimisation de trajet avec « le voyageur de commerce intersidéral »
- Perception de l'environnement avec « réseau de neurones : ne tombez pas dans le panneau ! »
- Entrainement d'un réseau de neurones avec « l'apprentissage supervisé avec Rubik »



Permis de conduire
ne pas

Nom : _____

Prénom : _____

Délivrée le : _____

Par : CAP IA / Université de BORDEAUX

Ministère de la Conduite Autonome Par Intelligence Artificielle

ATELIERS A VALIDER	✓
Le voyageur de commerce intersidéral	
Réseau de neurones : ne tombez pas dans le panneau !	
Apprentissage supervisé avec Rubik	

Les leviers utilisés dans ce kit sont : l'engagement actif, l'apprentissage expérientiel, la collaboration et le travail d'équipe.

Le kit s'adresse en premier lieu à des élèves de fin de collège (4^{ème}/3^{ème}) et de lycée. Prévoir entre 1h30 et 1h40 au total (30 minutes par atelier), en allant à un rythme soutenu.

Définitions

Ici, nous définissons l'IA dans son aspect pratique et sans nous limiter aux IA génératives.

Marvin Minsky (1927-2016) : "Artificial intelligence is the science of making machines do things that would require intelligence if done by men." L'intelligence artificielle est la science qui permet de faire réaliser à des machines des tâches qui nécessiteraient de l'intelligence si elles étaient réalisées par des humains.

Journal Officiel : « Champ interdisciplinaire théorique et pratique qui a pour objet la compréhension de mécanismes de la cognition et de la réflexion, et leur imitation par un dispositif matériel et logiciel, à des fins d'assistance ou de substitution à des activités humaines » (JORF n°0285 du 9 décembre 2018)

Matériel

- Permis de ne pas conduire – cf. « Annexe-1-Permis-voiture-autonome.pdf »
- Gommettes ou tampon (facultatif)
- « Enveloppes » ateliers

Introduction

Voiture autonome (VA) : voiture capable de se déplacer sans l'intervention d'un conducteur. Il n'existe pas encore de voiture complètement autonome en circulation en France. Beaucoup de problèmes ne sont pas résolus concernant les IA utilisées (performance dans un environnement dégradé, problème de responsabilité en cas d'accident, ...) : il reste beaucoup de questions à se poser !

Définition des niveaux d'automatisation des VA selon le standard international SAE J3016 :

Niveau	Nom	Contrôle volant, accélération / décélération...	Surveillance de l'environnement de conduite	Reprise de la conduite dynamique si besoin	Capacité du système (situations de conduite)
0	Aucune automatisation	Conducteur	Conducteur	Conducteur	Toutes les situations
1	Assistance à la conduite	Conducteur + assistance	Conducteur	Conducteur	Quelques situations
2	Automatisation partielle	Système	Conducteur	Conducteur	Quelques situations
Le système de conduite automatisé surveille l'environnement de conduite					
3	Automatisation conditionnelle	Système	Système	Conducteur	Quelques situations
4	Automatisation élevée	Système	Système	Système	Quelques situations
5	Automatisation complète	Système	Système	Système	Toutes les situations

3 ateliers à valider pour avoir un permis de ne pas conduire (support à distribuer).

Nous définissons ici l'IA comme une machine qui va faire à notre place quelque chose qui nous demanderait de réfléchir.

Une voiture autonome est remplie d'IAs de différentes sortes : on va aborder 2 sortes d'IA et voir comment on les entraîne.

Ateliers

Atelier 1 : Optimisation de trajet avec le jeu du « Voyageur de commerce intersidéral ».

Objectifs

- Comprendre que les algorithmes peuvent être plus performants que les humains
- Comprendre comment fonctionnent certains algorithmes d'optimisation
- Comprendre que les algorithmes ne sont pas tous aussi performants et qu'il faut savoir choisir le bon algorithme en fonction de la question posée.
- S'interroger sur la place de l'IA dans l'aide à la décision

Matériel

- Ordinateur(s) et/ou tablette(s) avec le jeu
- Etiquettes avec nom et description des algorithmes (facultatif)
cf. « Annexe-0-cartes-algo-voyageur »
- Cartes IA et aide à la décision : cf. « Annexe-2-Cartes-IA-decision.pdf »



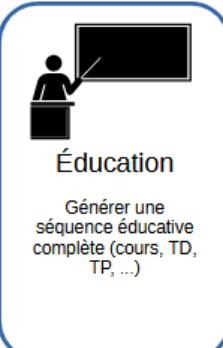
Déroulé du jeu sérieux

cf. fiche pédagogique du Voyageur de Commerce Intersidéral : Annexe-3

IA et aide à la décision

L'IA peut trouver des solutions optimisées beaucoup plus rapidement qu'un humain, notamment lorsque beaucoup de paramètres entrent en jeu : il suffit d'apporter à l'IA les données, les objectifs, les contraintes, ... Doit-on pour autant laisser l'IA prendre les décisions à notre place ?

Voici quelques pistes de réflexion : nous proposons 2 situations dans 9 domaines différents, ainsi qu'un petit commentaire à étoffer, modifier, ... à vous de prendre en main le débat. Attention au timing ! Vous pouvez aussi choisir de débattre plus longtemps et d'ajouter d'autres situations.

 <p>Éducation Proposer des exercices adaptés à chaque élève pour une classe, à partir d'une banque d'exercices pré-existante</p>	<p>Cela se fait déjà sur des applis ou sites dédiés à la formation. L'IA permet de personnaliser le parcours de l'apprenant tout en le mettant dans sa « zone d'apprentissage ».</p>	 <p>Éducation Générer une séquence éducative complète (cours, TD, TP, ...)</p>	
--	--	---	--

 <p>Ressources humaines</p> <p>Déetecter les risques de surmenage et gérer les emplois du temps</p>		 <p>Ressources humaines</p> <p>Sélectionner des CV et mener les entretiens d'embauche</p>	
 <p>.. DINNER ..</p> <p>Roast Turkey, Stuffed with Quince Candied Bacon Mashed Potatoes - French Green Peas</p> <p>Alimentation</p> <p>Proposer des menus de cantine équilibrés en fonction des réserves en matières premières et établir la liste de courses</p>		 <p>.. DINNER ..</p> <p>Roast Turkey, Stuffed with Quince Candied Bacon Mashed Potatoes - French Green Peas</p> <p>Alimentation</p> <p>Cuisiner l'entrée, le plat et le dessert d'un menu</p>	
 <p>Énergie</p> <p>Contrôler la lumière, la température et les horaires d'utilisation de l'électroménager d'un logement et/ou d'un bureau</p>		 <p>Énergie</p> <p>Contrôler une centrale nucléaire</p>	
 <p>Médecine / Santé</p> <p>Déetecter des anomalies sur des images et/ou un bilan, et rédiger un compte-rendu de consultation</p>		 <p>Médecine / Santé</p> <p>Établir un diagnostic et choisir un traitement personnalisé</p>	
 <p>Sûreté / Défense</p> <p>Déetecter des intrusions informatiques</p>		 <p>Sûreté / Défense</p> <p>Choisir une stratégie pour une opération militaire et diriger les troupes</p>	

 <p>Justice</p> <p>Retranscrire des entretiens et rechercher des textes de jurisprudence</p>		 <p>Justice</p> <p>Rendre un jugement</p>	
 <p>Météorologie / Climat</p> <p>Faire une prédition météo pour présenter au Journal Télévisé</p>		 <p>Météorologie / Climat</p> <p>Prédire le changement climatique et mettre en place le plan d'action optimal</p>	<p>L'IA peut être utile pour aider ou guider les experts. Un plan d'action peut être proposé par l'IA, mais pas la mise en place !</p>
 <p>Divertissement</p> <p>Faire des recommandations de playlists musicales</p>	<p>Peu de conséquences, même s'il faut être conscient des biais.</p>	 <p>Divertissement</p> <p>Établir un programme de vacances avec transport, logement, visites, ... à l'étranger</p>	<p>Attention aux hallucinations. L'IA peu faire des recommandations qui n'ont pas de sens, oublier certaines contraintes (cf. VISA, handicap, ...)</p>

Points qui nous paraissent importants de discuter pour ouvrir la réflexion :

- Combien de personnes sont impactées par la décision ?
- Les conséquences sont-elles potentiellement graves ?
- Les conséquences sont-elles réversibles ?

Pour aller plus loin... « l'IA Act »

« Le règlement de l'UE sur l'intelligence artificielle (IA) est la première législation globale au monde en matière d'IA. Il vise à parer aux risques pour la santé, la sécurité et les droits fondamentaux. Le règlement protège également la démocratie, l'état de droit et l'environnement.

Le règlement sur l'IA définit une méthode solide permettant de classer les systèmes d'IA comme étant à haut risque. La classification des risques repose sur la destination du système d'IA. Cela signifie que cette classification dépend de la fonction exécutée par le système d'IA, ainsi que du but précis dans lequel ce système est utilisé et des modalités de cette utilisation.

Risque inacceptable : un ensemble très limité d'utilisations particulièrement néfastes de l'IA qui sont contraires aux valeurs de l'UE parce qu'elles portent atteinte à des droits fondamentaux, et seront donc interdites. Exemples : l'exploitation des vulnérabilités des personnes, la manipulation et le recours à des techniques subliminales ; la notation sociale à des fins publiques et privées ; la police prédictive ciblant les individus fondée uniquement sur le profilage des personnes ; ...

Risque élevé : un nombre limité de systèmes d'IA définis dans la proposition, qui peuvent avoir une incidence négative sur la sécurité des personnes ou sur leurs droits fondamentaux (tels que protégés par la charte des droits fondamentaux de l'UE), sont considérés comme présentant un risque élevé. »

Source : https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/qanda_21_1683

Atelier 2 : « Réseau de neurones : ne tombez pas dans le panneau ! »

Objectifs

- Comprendre la structure et le fonctionnement d'un réseau de neurones simplifié
- Avoir conscience des facteurs qui peuvent empêcher le bon fonctionnement du réseau de neurones (problème de fiabilité)
- Connaître l'importance de l'humain dans les systèmes d'IA

Matériel

- Etiquettes « neurones » plastifiées si possible (pour être réutilisables)
- Fil
- Marqueurs effaçables (si étiquettes réutilisables)
- Chiffon pour effacer les étiquettes
- Jetons « poids »
- Photos de panneaux : cf. « Annexe-4-Panneaux-routiers.pdf »
- Schéma d'un réseau de neurones, photos d'images avec analyse ou avec des situations complexes (facultatif), exemples : cf. « Annexe-5-Reseaux-neurones.pdf »

Construction d'un réseau de neurones simplifié

Nous commençons par rappeler le fonctionnement d'un neurone.

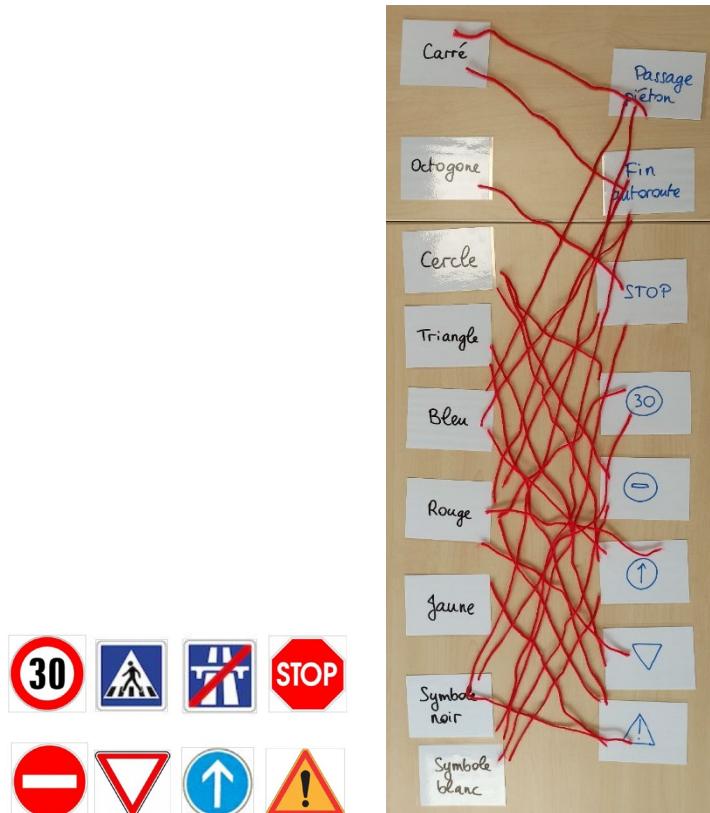
Un réseau de neurones est un ensemble de neurones artificiels (objets informatiques) qui reçoivent des informations d'autres neurones et calculent une valeur de sortie (qui correspond à un « paramètre » du réseau), envoyée à d'autres neurones artificiels.

Le but de cette première partie est de construire un réseau de neurones simplifié et déjà entraîné qui permet la reconnaissance de panneaux routiers (activité de « perception de l'environnement »). Nous suggérons aux apprenants de le construire en 2 couches : une première couche qui reçoit directement

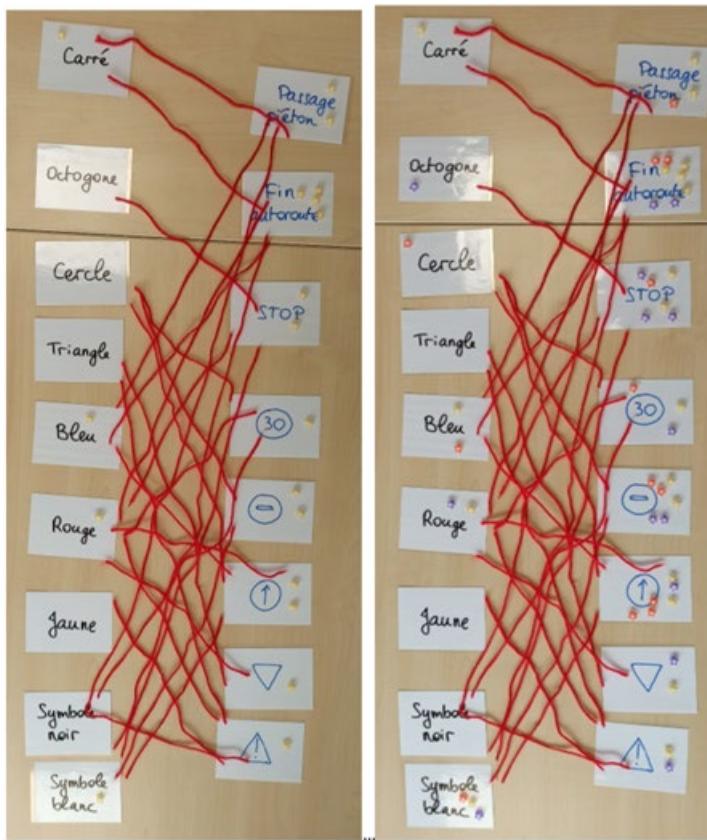
les données de l'image et listant des « caractéristiques » de ces images de panneaux et la deuxième couche correspondant à la couche de sortie.

Les participants proposent leurs idées lors de la construction du réseau de neurones, et nous réorientons la réflexion en cas de besoin (suggestion de types de caractéristiques comme la forme, la couleur, ...).

Les « neurones artificiels » sont représentés par des étiquettes sur lesquelles les apprenants écrivent les caractéristiques et le nom des panneaux. Des liens permettent de mettre en évidence les connexions par lesquelles transitent des messages activateurs avec un poids fort.



Une fois le réseau construit, les apprenants testent sa fonctionnalité en choisissant un panneau et en mettant sur les neurones activés de la première couche un marqueur (jeton « poids »). Ensuite, ils font transiter les marqueurs par les liens vers la deuxième couche. Le neurone de sortie ayant le plus de marqueurs correspond au panneau qui sera prédit par le réseau de neurone.



A gauche, le panneau choisi est « fin d'autoroute ». Les neurones activés de la première couche sont : « Carré », « Bleu », « Rouge » et « Symbole blanc ». Les neurones activés de la couche de sortie sont :

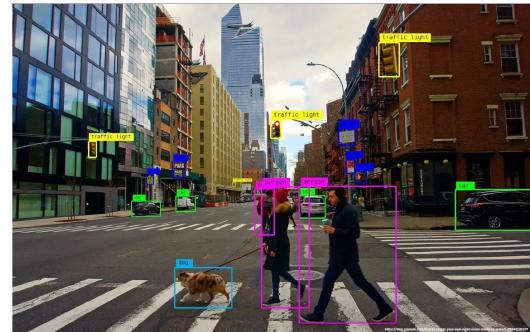
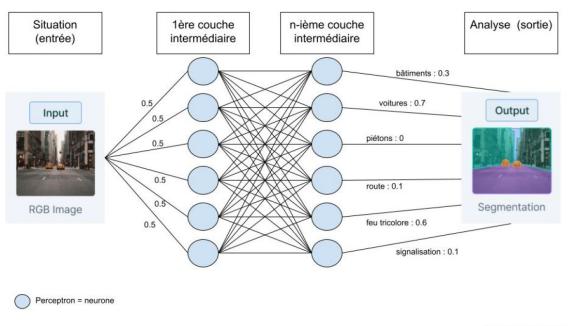
- « Passage piéton avec 2 jetons
- « Fin d'autoroute » avec 4 jetons
- « STOP » avec 2 jetons
- « Limitation de vitesse » avec 2 jetons
- « Sens interdit » avec 2 jetons
- « Direction obligatoire » avec 2 jetons
- « Cédez le passage » avec 1 jeton
- « Attention danger » avec 1 jeton

Les jetons sont en jaune. Le panneau « reconnu » par l'IA sera celui qui possède le plus de jetons (ici « Fin d'autoroute ») : le réseau fonctionne correctement.

A droite, la même chose, avec en plus un test avec le panneau « STOP » avec des jetons violets, et le panneau « Direction obligatoire » avec les jetons orange.

IA et perception de l'environnement

Vous pouvez montrer le schéma de l'architecture d'un réseau de neurones (chaque neurone d'une couche est relié à tous les neurones de la couche suivante, mais les « poids » / paramètres ne seront pas identiques. L'analyse complète de l'image permet d'identifier les différentes parties de l'image avec les piétons, les feux, les bâtiments, ...



« Pour pouvoir circuler par elle-même, une voiture autonome doit d'abord percevoir à chaque instant son environnement, avec tout ce qui le compose (marquage au sol, panneaux, autres véhicules, piétons, etc.). Pour cela, on l'a dotée d'une multitude de capteurs. Ainsi, les voitures prototypes, qui sont actuellement en phase de test et qui sillonnent déjà les routes un peu partout dans le monde, embarquent avec elles quatre types de détecteurs différents : des caméras, qui sont les yeux de la voiture, des lidars, qui recréent une image en trois dimensions des objets environnants grâce à leurs lasers, des radars, particulièrement adaptés pour déterminer la distance avec les autres véhicules à partir d'ondes radio, et des sonars, chargés de la détection des objets proches grâce à des ultrasons.

« Les informations données par tous ces capteurs se complètent de façon à ce que la voiture puisse « voir » en permanence, quels que soient les conditions météo, le type d'objet à détecter, ou à quelle distance », explique Arnaud de La Fortelle, directeur du centre de robotique de MINES ParisTech. Par exemple, dans le brouillard, la caméra devient aveugle, mais le lidar – parce qu'il émet de la lumière dans l'infrarouge – et le radar continuent à percevoir l'environnement. Pour les panneaux de signalisation, si le lidar est capable de les détecter, seule la caméra peut les déchiffrer. Quant aux piétons et aux voitures, seuls le lidar et le radar peuvent fournir une mesure précise de leur distance, la caméra ne pouvant que l'estimer. Et pour le marquage au sol, la caméra, tout comme le lidar, peuvent le repérer et permettre ainsi à la voiture de rester dans sa voie. »

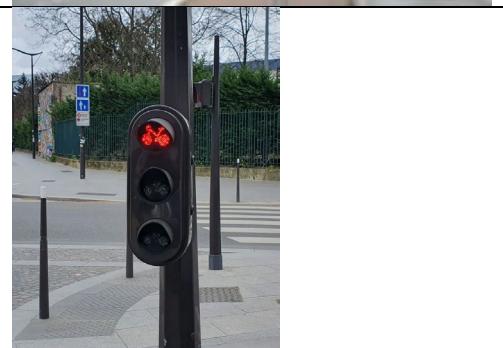
Source : <https://dataanalyticspost.com/voiture-autonome-un-deluge-de-donnees-a-interpreter/>

IA et fiabilité/explicabilité/confiance

La reconnaissance de son environnement par un véhicule autonome n'est pas si aisée, surtout quand il faut prendre une décision (avancer, s'arrêter, tourner, accélérer, freiner ?).

Il existe différents systèmes en fonction des véhicules autonomes, qui sont souvent complémentaires et permettent au véhicule de mieux s'adapter : caméra, radar, lidar par exemple.

Voici quelques exemples de situations qui demandent une certaine adaptation qui semble facile pour un humain, mais plus compliquée pour une IA.

	<p>La voiture n'est pas concernée par les panneaux pour les cyclistes et ne doit donc pas s'arrêter au STOP.</p>
	<p>La voiture n'est pas concernée par la limitation à 80 km/h. Il est important non seulement de reconnaître les panneaux, mais également d'identifier les précisions dessous.</p>
	<p>Ce feu tricolore concerne les cyclistes et non la voiture.</p>
	<p>Panneau peu visible, informations contradictoires : panneau limitation à 30 km/h et marquage au sol 50 km/h. A quelle vitesse rouler ?</p>

Quelques exemples de perturbations, qui peuvent empêcher une bonne reconnaissance des images : conditions climatiques, état des capteurs, ombre projetée, reflet d'un objet par un autre, signalisation dégradée, ... :



Exemple : un panneau STOP sur lequel un autocollant est posé. L'humain reconnaîtra le stop. Le modèle d'IA lui peut se tromper, l'autocollant gênera son analyse.

2 grandes problématiques avec les réseaux de neurones :

- On ne connaît pas les « critères » utilisés dans la reconnaissance d'images → problème d'**explicabilité**.
- On peut parfois tromper l'IA (en changeant quelques pixels d'une image par exemple, en modifiant les conditions environnementales) → problème de **fiabilité**.

D'où la question de la **confiance** qu'on peut accorder à une IA ...

Voici un dérivé du « Dilemme du tramway » : si un véhicule autonome dans l'incapacité de freiner à temps devrait continuer tout droit et tuer trois piétons très âgés ou virer fortement de côté et potentiellement tuer ses trois jeunes passagers. Quelle décision aimeraient-ils qu'elle prenne ? Et si c'est un enfant qui traverse en courant ?



Notion importante à aborder :

- Absence de compréhension de l'IA
- Absence de « sentiments » ou « d'émotions » : l'âge de la personne n'entre pas en compte ici pour la voiture.
- Derrière une décision de l'IA, il y a de l'humain : il faut signifier à l'IA la décision à prendre en fonction de la situation (on lui indique les priorités).

Un peu de théorie pour étayer la discussion (mais ça reste entre nous) !

Source : <https://www.defnat.com/e-RDN/vue-article-cahier.php?carticle=33>

Atelier 3 : « Apprentissage supervisé avec Rubik »

Objectifs

- Comprendre le principe de l'apprentissage supervisé et ses limites (biais notamment)
- Avoir des notions de ce qu'est un « bon » set d'entraînement d'une IA de reconnaissance des images
- Avoir des notions des problèmes éthiques et environnementaux posés par l'entraînement et l'utilisation des IA, notamment génératives

Matériel

- Set d'apprentissage : étiquettes « Bidule », « Machin » et « Truc », Photos de Rubik's Cubes. cf. « [Annexe-6-Photos-Rubik.pdf](#) »
- Cartes quiz éthique cf. « [Annexe-7-Quiz-Ethique.pdf](#) »
- Fraise énergie

Apprentissage supervisé

Des photos/images annotées sont présentées à l'IA qui essaie de prédire la catégorie à laquelle appartient la photo. Si l'IA trouve la bonne catégorie, elle conserve ses paramètres. Si l'IA se trompe, elle modifie ses paramètres et les ajuste pour minimiser ses erreurs. C'est ce qu'on appelle **l'apprentissage supervisé**.

Les apprenants sont mis à la place d'une IA et sont « entraînés » à partir d'un set de 20 photos de Rubik's Cubes réparties dans 2 catégories : « Machin » et « Bidule ». (Photos Bidule 1 et Machin 1)

Le premier set est biaisé et le biais est mis en évidence à partir de 4 photos test (phase d'inférence). On présente les photos Bidule 2 et Machin 2, sans dire à quelle catégorie elles appartiennent et on demande aux apprenants de les catégoriser. Toutes les photos Bidule correspondent à des Rubik's Cubes défaits et les photos « Machin » à des Rubik's Cube qui ont leur forme normale. Ce n'est pas le vrai critère de classement et les apprenants se trompent.

On explique alors de façon simplifiée ce qu'est un biais (exemple : si on entraîne une IA à reconnaître des hommes et des femmes et qu'on ne lui montre que des photos d'homme aux cheveux courts et de femmes aux cheveux longs : l'IA prédira alors un homme si on lui montre une femme aux cheveux courts et une femme si on lui montre un homme aux cheveux longs).

Message à faire passer : le choix des images du set d'entraînement est très important. Il faut un set d'entraînement avec des images suffisamment diversifiées et sans biais.

Attention également à des biais parfois inattendus : le fond de l'image peut servir à l'IA comme critère de classement ! Une étude portant sur des photos de loups et de huskys a montré que l'IA classait les images dans « loup » dès qu'il y avait de la neige dans le fond. En effet, toutes les photos de loups étaient prises dans des milieux naturels souvent enneigés (Ribeiro et al., 2016). Il existe des logiciels qui permettent de déterminer quelles parties de la photo est utilisée pour classer cette photo. Il ne faut pas hésiter à aller voir pour vérifier la pertinence de la réponse de l'IA. Ex. <https://fr.vittascience.com/ia/images>

Une 2^{ème} phase d'entraînement permet de diversifier le set de photos (on présente les photos Bidule 3 et Machin 3 en les classant dans la bonne catégorie). Puis un nouveau test est tenté (Photos Truc 4 : les apprenants doivent essayer de les catégoriser). Les apprenants ne peuvent catégoriser correctement les photos car elles appartiennent à une nouvelle catégorie : « Truc ». Une IA ne peut pas dire « je ne sais pas », elle ne reconnaît que ce pour quoi elle est entraînée. Si on l'entraîne à reconnaître des chats et des chiens, elle classera une photo d'éléphant dans la catégorie chat ou chien.

Elle n'a pas dans ce cas la notion d'animal qui serait différent car les oreilles sont plus grandes et qu'il y a présence d'une trompe par exemple.

Une 3^{ème} phase d'entraînement permet d'essayer de déterminer des caractéristiques permettant la bonne catégorisation (on présente les photos Bidule 5, Machin 5 et Truc 5 dans leur catégorie). On peut le présenter ainsi : l'IA n'arrive pas à reconnaître ces catégories avec si peu de photos. On va voir si vous êtes meilleurs qu'une IA !

Voici les critères qui ont été utilisés dans le set proposé ici :

- « Truc » : pas de jaune ;
- « Bidule » : du jaune et forcément du bleu sur la même pièce ;
- « Truc » : du jaune, il peut y avoir du bleu (ou pas), mais pas sur une pièce avec du jaune.

Pour faire deviner aux apprenants, il faut commencer par insister sur « Truc » dans un premier temps → pas de jaune. Puis avec notamment les dernières photos présentées, leur faire trouver la différence entre « Machin » et « Bidule ».

Les critères utilisés font notamment intervenir la notion de « pièce » de Rubik's Cube, ce qui est difficile pour une IA. Le but ici est de montrer que l'humain est très performant dans l'apprentissage, contrairement à une IA (même si une IA bien entraînée peut être plus performante qu'un humain !).

Question : combien de photos faut-il montrer à une IA pour reconnaître de façon efficace un chat ? → des centaines de milliers voire des millions, tout dépend du modèle Et pour un enfant ? → 2-3 photos peuvent suffire.

L'IA n'a pas la notion d'animal, il faudra lui montrer des chats vus de face, de derrière, de côté, ... assis, debout, allongés, ... L'IA va détecter des motifs qui se répètent, mais attention, les oreilles ne sont pas placées pareil en fonction de la position du chat, une oreille peut être cachée, ...

Un enfant aura la notion d'animal et va vite imaginer à partir d'une photo comment le chat peut changer de position.

Pour les IA génératives notamment, une autre phase d'apprentissage permet d'affiner les résultats : **l'apprentissage par renforcement**. On pose des questions à l'IA et on note les réponses : bonne note si la réponse correspond à ce qu'on attend et mauvaise note sinon. Cela permet d'éviter l'obtention de contenu inapproprié (violent, injurieux, dangereux, raciste, ...).

Et pour la voiture autonome...

« *La base de données doit être la plus représentative de tous les cas de figure possibles, sans quoi on passera forcément à côté d'une détection une fois la voiture sur la route. Par exemple, pour les piétons, il est important d'avoir une large palette de couleurs de vêtements, de corpulence ou encore d'orientation (face, profil, etc.). Il faut donc garantir cette diversité au moment de constituer sa base de données.* »

« Quand bien même une voiture sans pilote parviendrait parfaitement à décrypter le mouvement des autres voitures conduites par des humains, il y a fort à parier qu'à un moment donné elle n'arriverait plus du tout à avancer, les algorithmes de planification lui imposant des marges de sécurité trop grandes pour se frayer un chemin dans tout ce trafic.

C'est pour éviter ce genre de scénario que les chercheurs tentent actuellement de développer d'autres algorithmes d'apprentissage, dits par renforcement, auxquels on apprend non pas à reconnaître des objets mais à faire le bon choix en fonction de ce qui passe autour de la voiture. L'apprentissage se déroule là dans un simulateur : en multipliant les situations de conduite et en répétant une même situation un très grand nombre de fois, l'algorithme parvient à trouver la meilleure façon de se comporter dans tel scénario. »

Source : <https://dataanalyticspost.com/comment-la-voiture-autonome-apprend-a-conduire-pas-a-pas/>

Vous pouvez constituer votre propre set d'entraînement. Vous avez des photos supplémentaires dans le fichier « Annexe-6-Photos-Rubik-bis.pdf ».

Quiz éthique/environnement

cf. « Annexe-7-Quiz-Ethique.pdf »

Qui annote généralement les photos qui servent à entraîner les IA ?

- Toi sans le savoir !
- Les photographes qui sont payés pour prendre ces photos
- Des « travailleurs du clic » ou « petites mains de l'IA » souvent précaires et mal payés
- D'autres IA

Qui annote généralement les photos qui servent à entraîner les IA ?

- Toi sans le savoir !
Ce n'est pas la source principale des annotations, même si ça arrive quand tu remplis un test captcha pour vérifier que tu n'es pas un robot.
- Les photographes qui sont payés pour prendre ces photos
Cela coûterait beaucoup trop cher !
- Des « travailleurs du clic » ou « petites mains de l'IA » souvent précaires et mal payés
- D'autres IA
De plus en plus mais cela pose problème comme un serpent qui se mord la queue ...

D'où viennent les jeux de données utilisés pour entraîner les IA ?

- Des milliards de pages web accessibles et toutes libres de droits
- Tes conversations sur les réseaux sociaux ou avec les IA
- Des jeux de données publics intégrant des contenus sous licence
- Des créations 100% originales humaines ou générées par IA

D'où viennent les jeux de données utilisés pour entraîner les IA ?

- Des milliards de pages web accessibles et toutes libres de droits
Malheureusement non, ce qui pose le problème des droits d'auteur
✓ Tes conversations sur les réseaux sociaux ou avec les IA
Attention à ce que tu postes et à ce que tu acceptes en utilisant les réseaux !
- Des jeux de données publics intégrant des contenus sous licence
✓ Des jeux de données publics intégrant des contenus sous licence
Des créations 100% originales humaines ou générées par IA
Pas assez de données et trop cher ! Même si certaines IA s'entraînent « entre elles ».

Les IA génératives...

- ... sont intelligentes, c'est dans leur nom !
- ... ont toujours raison !
- ... ont une conscience et pourraient se rebeller contre l'humanité !
- ... vont remplacer les humains dans le travail et vont créer des millions de chômeurs !

Les IA génératives...

- ... sont intelligentes, c'est dans leur nom !
Pas vraiment, elles imitent et se basent sur des probabilités.
- ... ont toujours raison !
Pas toujours, parfois elles hallucinent. Il faut toujours vérifier les réponses générées.
- ... ont une conscience et pourraient se rebeller contre l'humanité !
C'est de la Science Fiction ...
- ... vont remplacer les humains dans le travail et vont créer des millions de chômeurs !
Pas tout à fait : elles transforment certains emplois, en détruisent et en créent.

Commentaires :

Concernant les IA s'entraînant à partir de jeux de données générés par d'autres IA :

« Si ce processus n'est pas maîtrisé, il pourrait conduire à un effondrement des modèles génératifs. En effet, à force de traiter des données synthétiques, les productions des IA génératives deviendront de plus en plus homogènes, biaisées et sujettes aux erreurs. En ce sens, les productions vont perdre en diversité ainsi qu'en richesse de contenu. Pour illustrer cela, imaginez un processus de photocopie infinie où chaque nouvelle copie perd un peu plus de la richesse de l'original. »

Source : <https://www.inria.fr/fr/risque-effondrement-collapse-ia-generatives>

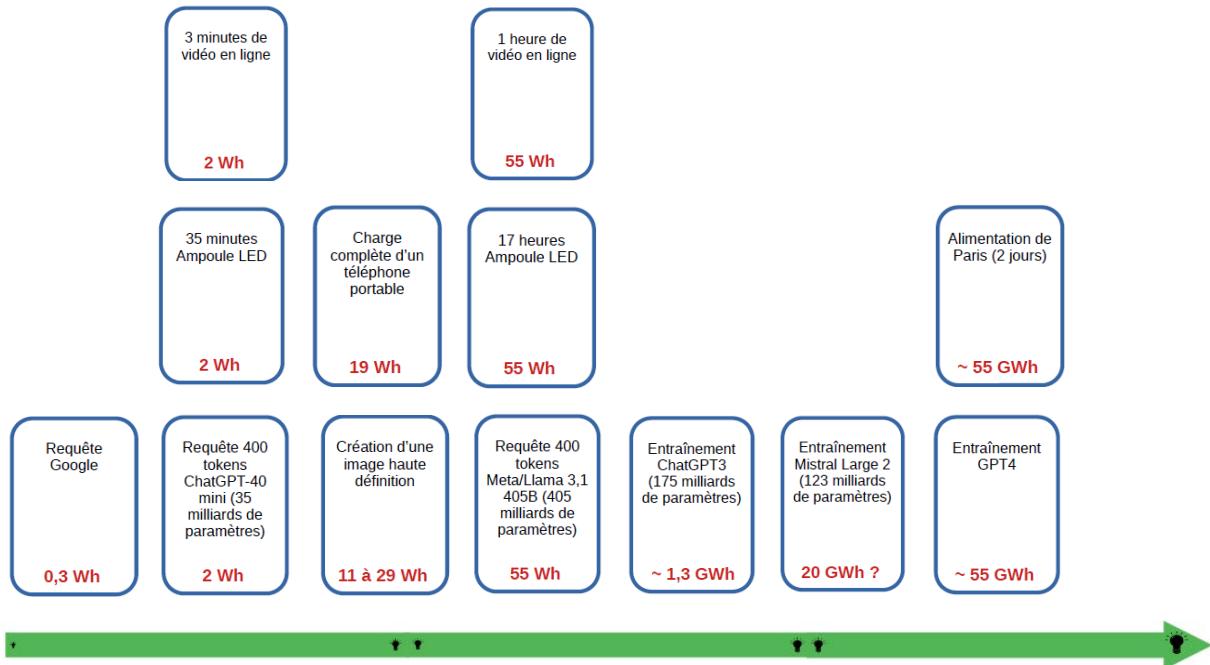
C'est un peu comme le problème de la consanguinité en génétique !

Consommation de ressources énergétiques → frise de type timeline (cette partie sera basculée sur un 2^{ème} kit IA et environnement)

cf. « Annexe-8-Frise-energie.pdf »

Cartes de type « Timeline » avec une face contenant l'énergie consommée et une autre sans cette donnée (comme avec les cartes timeline).

Token = jeton = unité de base utilisée dans le traitement automatique du langage naturel (ne correspond pas forcément à une syllabe ou un mot).



Avant d'utiliser une IA générative, il faut se poser la question de son utilité. Est-ce que j'en ai vraiment besoin ? Est-ce qu'il n'existerait pas un autre outil moins énergivore ?

Crédits photos

<https://publicdomainvectors.org>

maps.google.com

Emilie Goglin

Quelques MOOC

<https://fidle.cnrs.fr/w3/>

<https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/lintelligence-artificielle-avec-intelligence/>

<https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/intelligence-artificielle-pour-et-par-les-enseignants-ai4t/>

<https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/impacts-environnementaux-du-numerique/>

Bibliographie / Sitographie

Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2016). "Why should I trust you?" Explaining the predictions of any classifier. In Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining (pp. 1135–1144).

JORF n°0285 du 9 décembre 2018

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/qanda_21_1683

<https://dataanalyticspost.com/voiture-autonome-un-deluge-de-donnees-a-interpreter/>

<https://www.defnat.com/e-RDN/vue-article-cahier.php?carticle=33>

<https://fr.vittascience.com/ia/images>

<https://dataanalyticspost.com/comment-la-voiture-autonome-apprend-a-conduire-pas-a-pas/>

<https://www.inria.fr/fr/risque-effondrement-collapse-ia-generatives>



© 2025 by Emilie Goglin - CAP IA. Licensed under CC BY-NC 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Recuit simulé

Les points sont d'abord reliés aléatoirement. L'algorithme prend 2 segments (en bleu) et teste d'autres chemins pour relier les points concernés (en rouge). Il sélectionne alors la meilleure solution (le chemin le plus court) avant de passer à 2 nouveaux segments.

Recuit simulé (Tryhard)

Les points sont d'abord reliés aléatoirement. L'algorithme prend 2 segments (en bleu) et teste d'autres chemins pour relier les points concernés (en rouge). Il sélectionne alors la meilleure solution (le chemin le plus court) avant de passer à 2 nouveaux segments. Cette version teste plus de chemins que la version « normale ».

Fletcher

L'algorithme analyse les distances entre les points deux à deux. Il relie ceux avec la plus courte distance. Le même schéma se reproduit à chaque étape.

Fletcher Regret Max

Pour chaque couple de points (i,j), l'algorithme calcule un regret : c'est la distance supplémentaire à parcourir pour passer par i et par j sans les relier directement. L'algorithme sélectionne le regret le plus fort et relie alors les 2 points concernés (Ne pas relier ces 2 points coûterait trop cher en distance !).

Plus proche voisin

L'algorithme cherche à rallier le point le plus proche de la position actuelle. Le point de départ est donné.

Plus proche insertion

L'algorithme cherche à chaque étape à ajouter le point globalement le plus proche du cycle actuel. Le point de départ est donné.

Plus lointaine insertion

L'algorithme cherche à chaque étape à ajouter le point globalement le plus lointain du cycle actuel. Le point de départ est donné.

Meilleure insertion

L'algorithme cherche à ajouter au cycle actuel n'importe quel point qui minimise le score (pas forcément le plus proche, ni le plus lointain). Le point de départ est donné.



Permis de conduire
ne pas

Nom :

Prénom :

Délivré le :

Par :



Ministère de la Conduite Autonome Par Intelligence Artificielle



Permis de conduire
ne pas

Nom :

Prénom :

Délivré le :

Par :



Ministère de la Conduite Autonome Par Intelligence Artificielle



Permis de conduire
ne pas

Nom :

Prénom :

Délivré le :

Par :



Ministère de la Conduite Autonome Par Intelligence Artificielle



Permis de conduire
ne pas

Nom :

Prénom :

Délivré le :

Par :



Ministère de la Conduite Autonome Par Intelligence Artificielle

ATELIERS A VALIDER	✓
Le voyageur de commerce intersidéral	
Réseau de neurones : ne tombez pas dans le panneau !	
Apprentissage supervisé avec Rubik	

ATELIERS A VALIDER	✓
Le voyageur de commerce intersidéral	
Réseau de neurones : ne tombez pas dans le panneau !	
Apprentissage supervisé avec Rubik	

ATELIERS A VALIDER	✓
Le voyageur de commerce intersidéral	
Réseau de neurones : ne tombez pas dans le panneau !	
Apprentissage supervisé avec Rubik	

ATELIERS A VALIDER	✓
Le voyageur de commerce intersidéral	
Réseau de neurones : ne tombez pas dans le panneau !	
Apprentissage supervisé avec Rubik	



Permis de conduire

ne pas

Nom :

Prénom :

Délivré le :

Par :

CAP IA / **Université**
de **BORDEAUX**

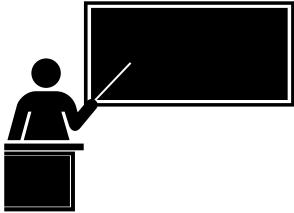
ATELIERS A VALIDER



Le voyageur de commerce
intersidéral

Réseau de neurones :
ne tombez pas dans le panneau !

Apprentissage supervisé
avec Rubik



Éducation

Proposer des exercices adaptés à chaque élève pour une classe, à partir d'une banque d'exercices pré-existante



Ressources humaines

Déetecter les risques de surmenage et gérer les emplois du temps



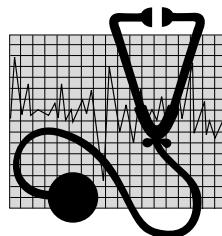
Alimentation

Proposer des menus de cantine équilibrés en fonction des réserves en matières premières et établir la liste de courses



Énergie

Contrôler la lumière, la température et les horaires d'utilisation de l'électroménager d'un logement et/ou d'un bureau



Médecine / Santé

Déetecter des anomalies sur des images et/ou un bilan, et rédiger un compte-rendu de consultation



Sûreté / Défense

Déetecter des intrusions informatiques



Justice

Retranscrire des entretiens et rechercher des textes de jurisprudence



Météorologie / Climat

Faire une prédition météo pour présenter au Journal Télévisé



Divertissement

Faire des recommandations de playlists musicales

?

?

?

?

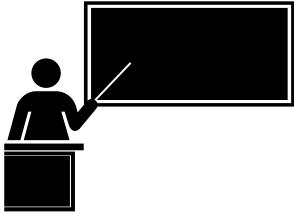
?

?

?

?

?



Éducation

Générer une séquence éducative complète (cours, TD, TP, ...)



Ressources humaines

Sélectionner des CV et mener les entretiens d'embauche



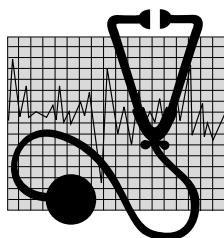
Alimentation

Cuisiner l'entrée, le plat et le dessert d'un menu



Énergie

Contrôler une centrale nucléaire



Médecine / Santé

Établir un diagnostic et choisir un traitement personnalisé



Sûreté / Défense

Choisir une stratégie pour une opération militaire et diriger les troupes



Justice

Rendre un jugement



Météorologie / Climat

Prédire le changement climatique et mettre en place le plan d'action optimal



Divertissement

Établir un programme de vacances avec transport, logement, visites, ... à l'étranger

?

?

?

?

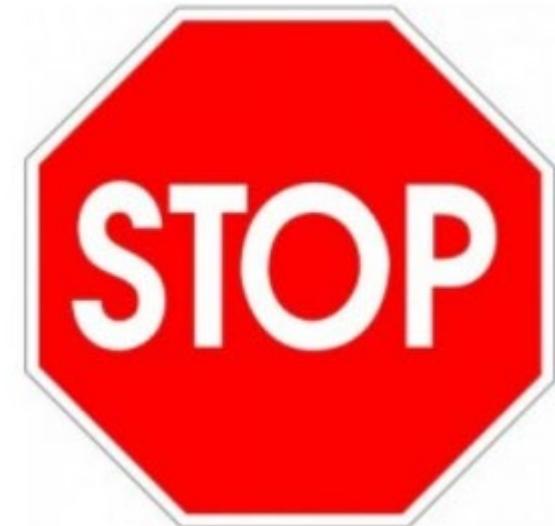
?

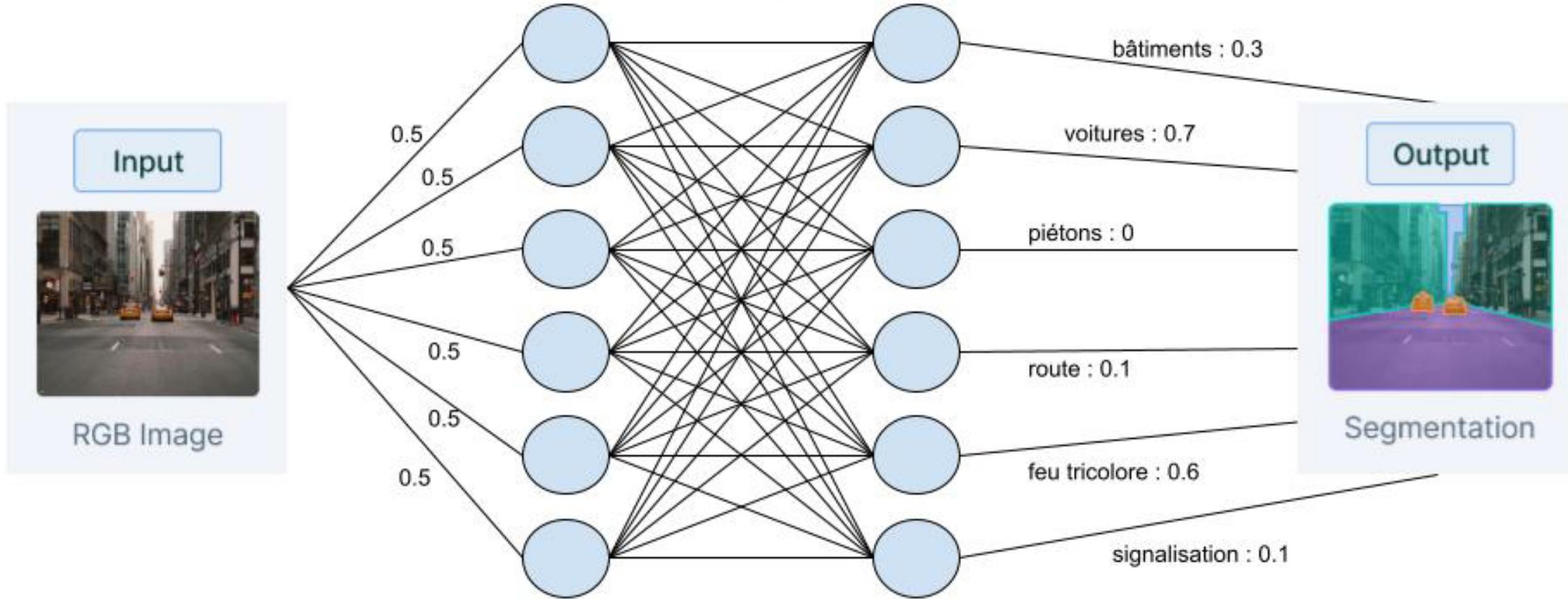
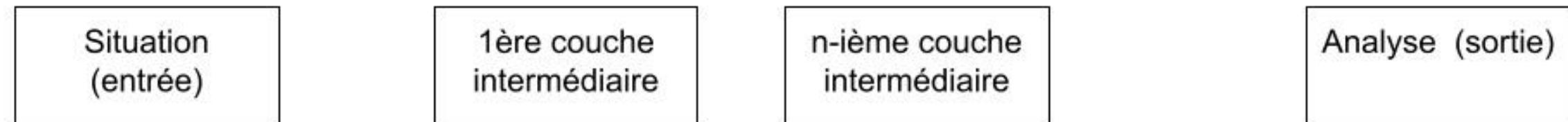
?

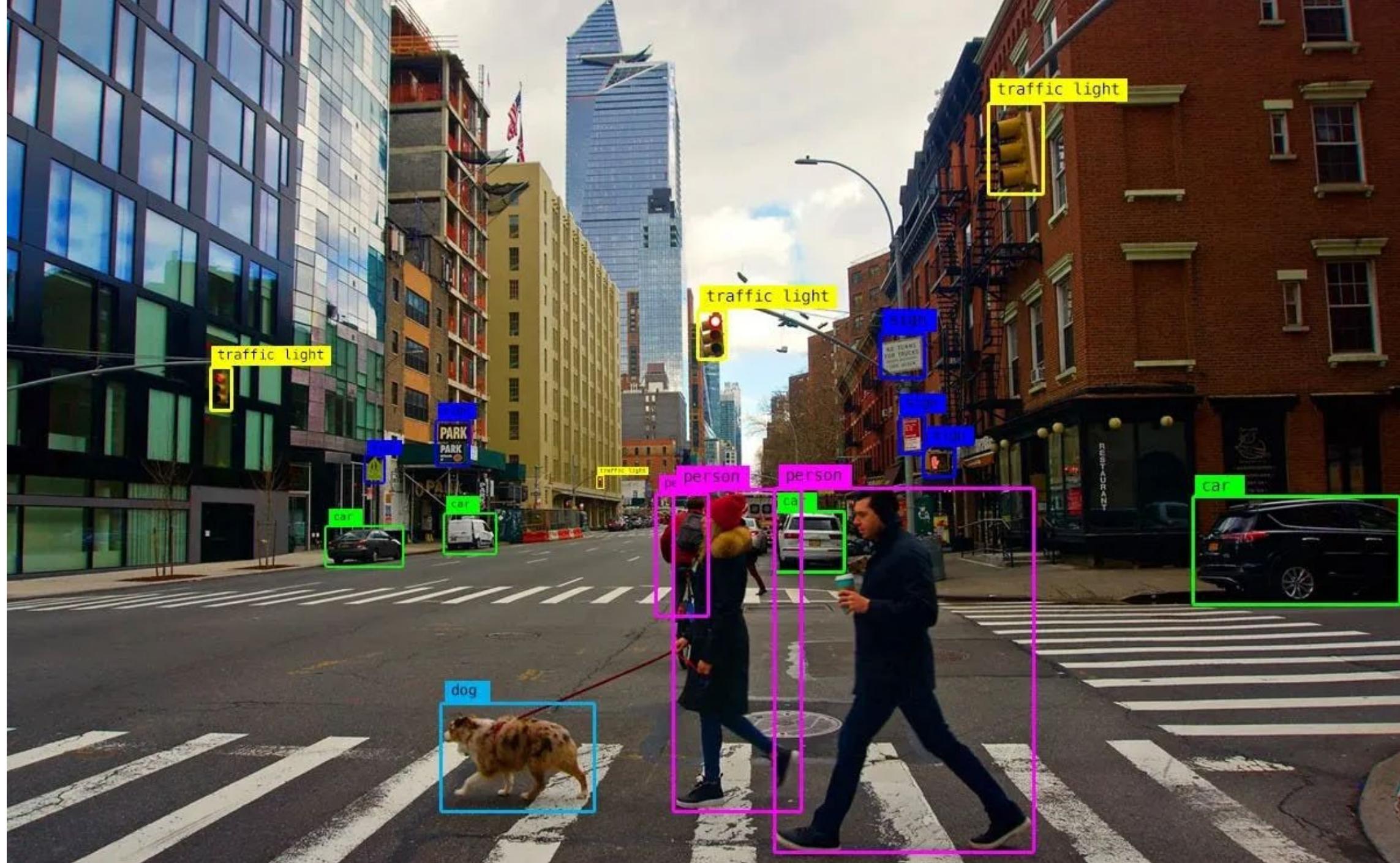
?

?

?

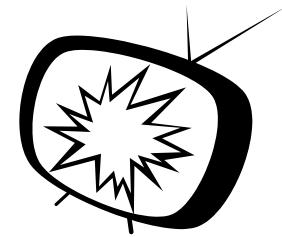
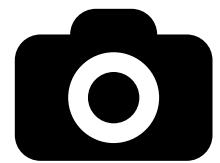
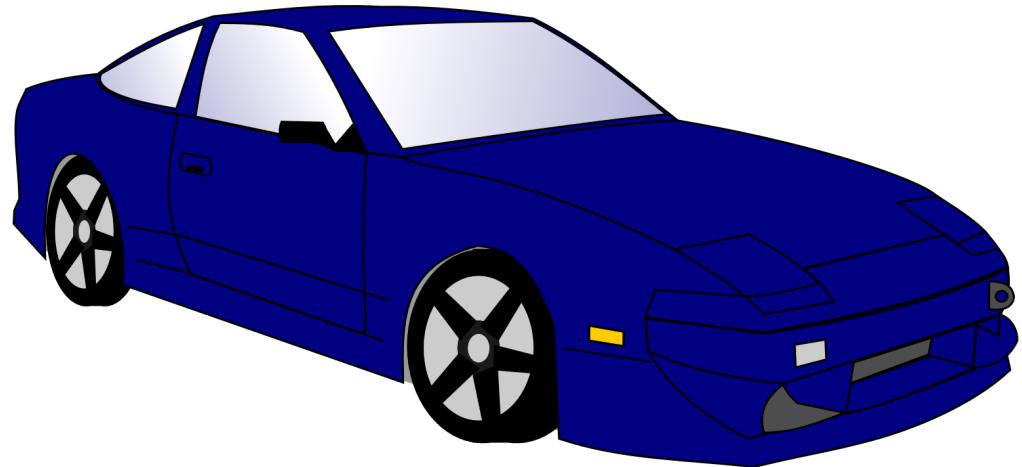




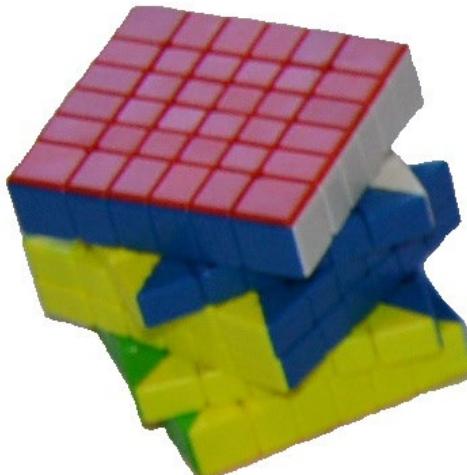
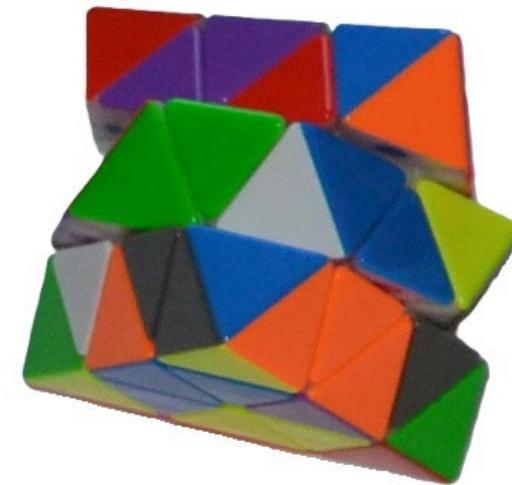
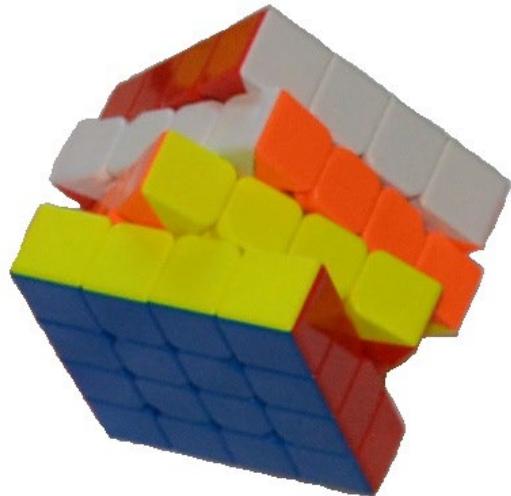




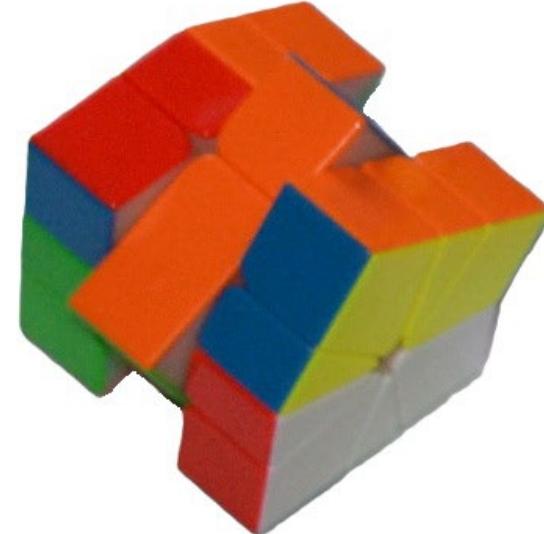




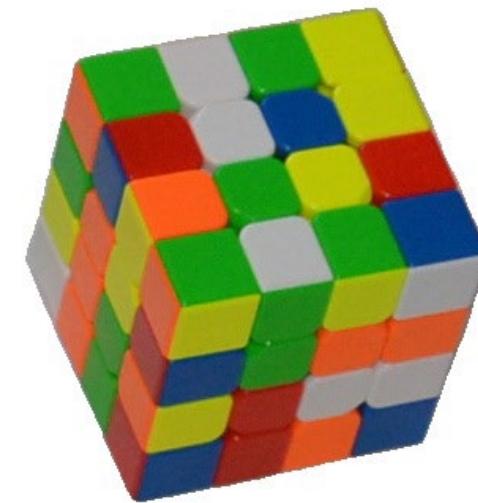
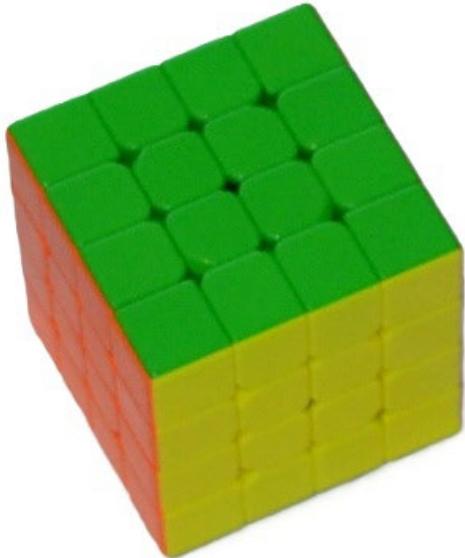
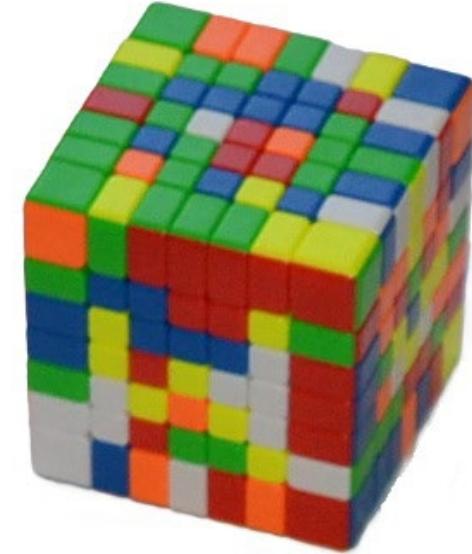
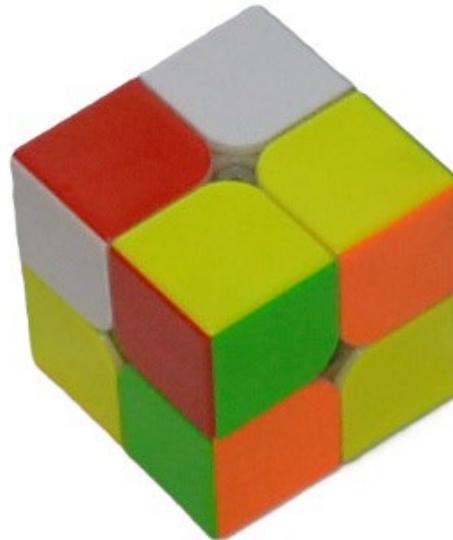
Bidule 1



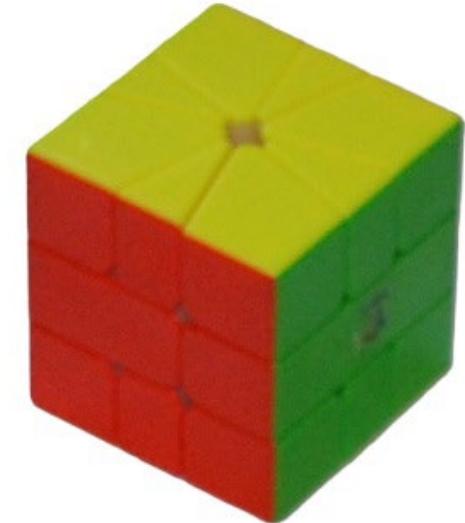
Bidule 1



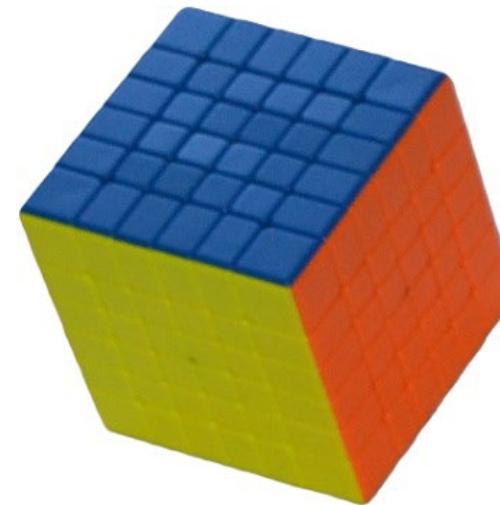
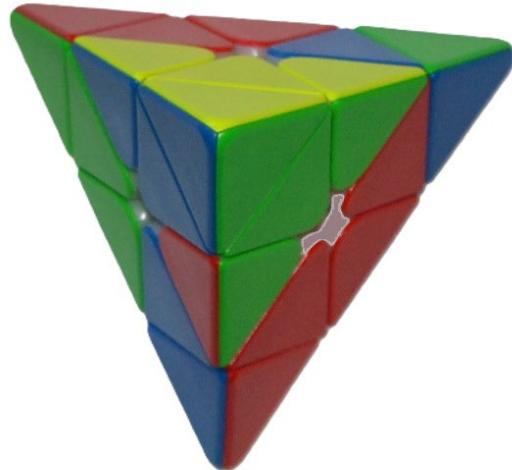
Machin 1



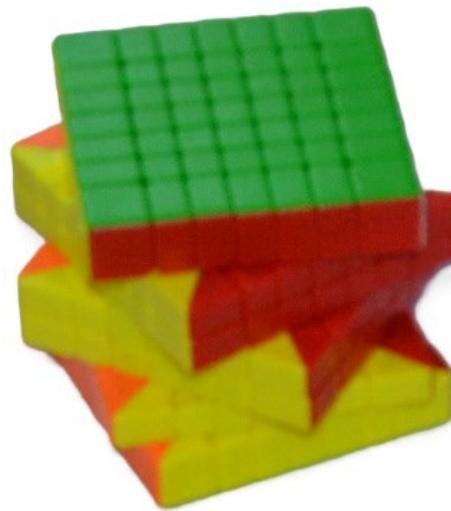
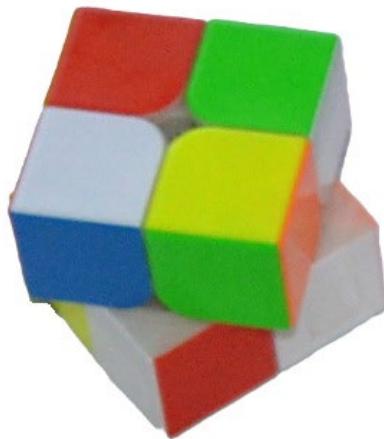
Machin 1



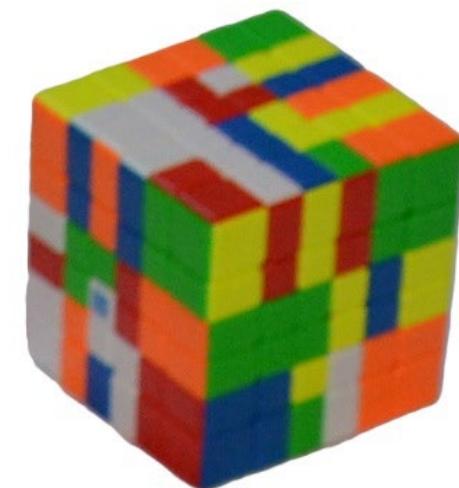
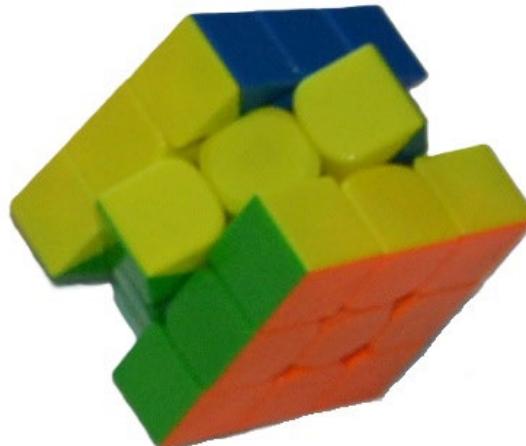
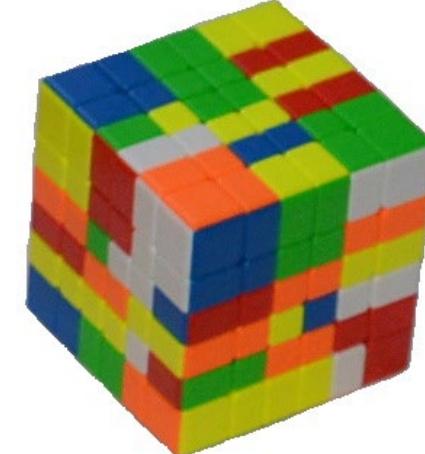
Bidule 2



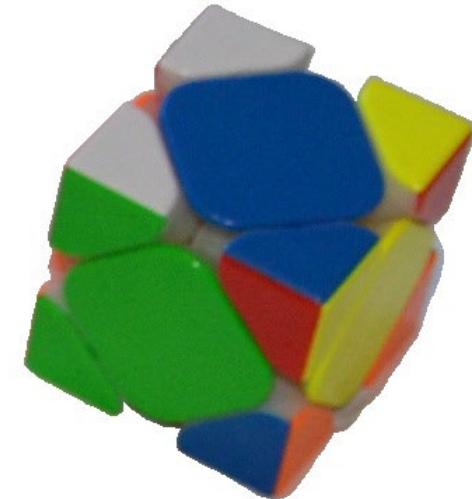
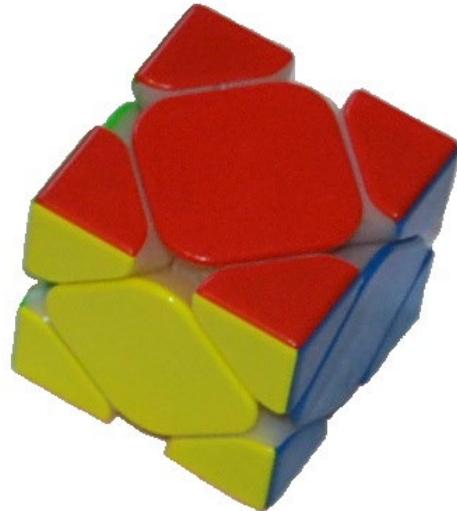
Machin 2



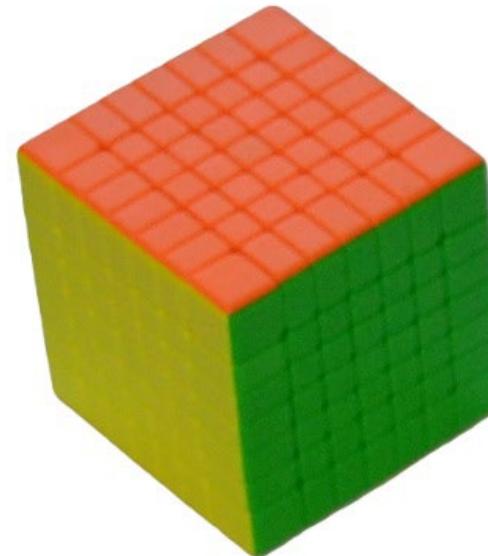
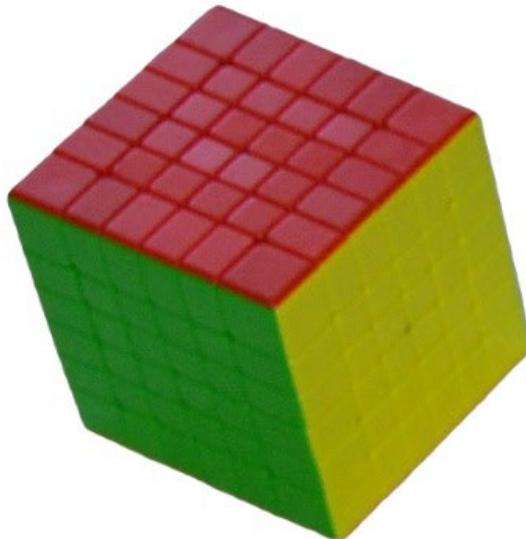
Bidule 3



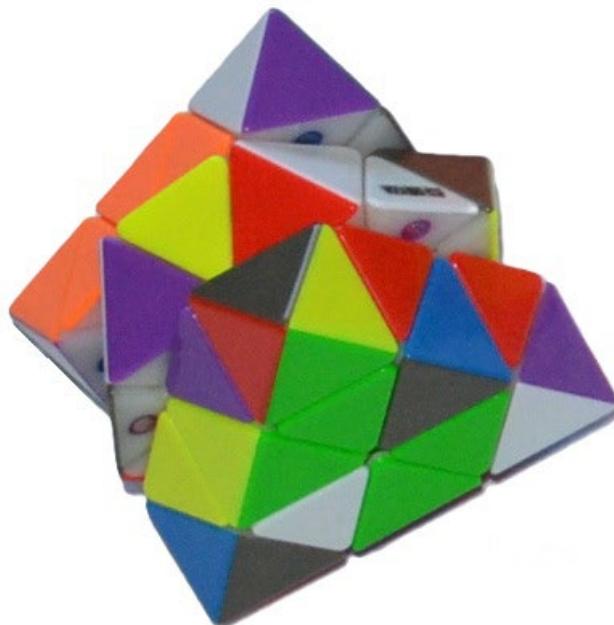
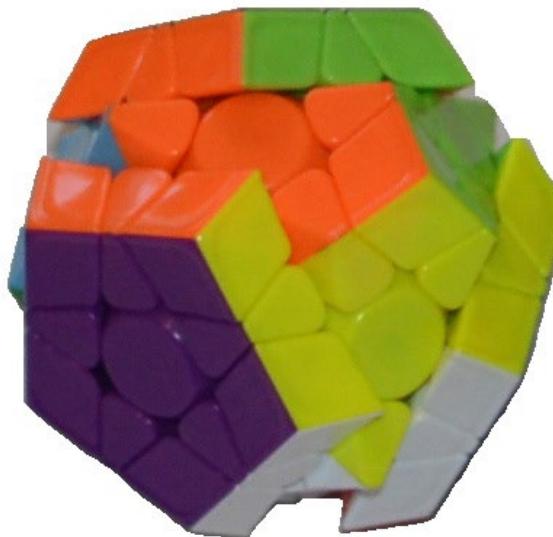
Bidule 3



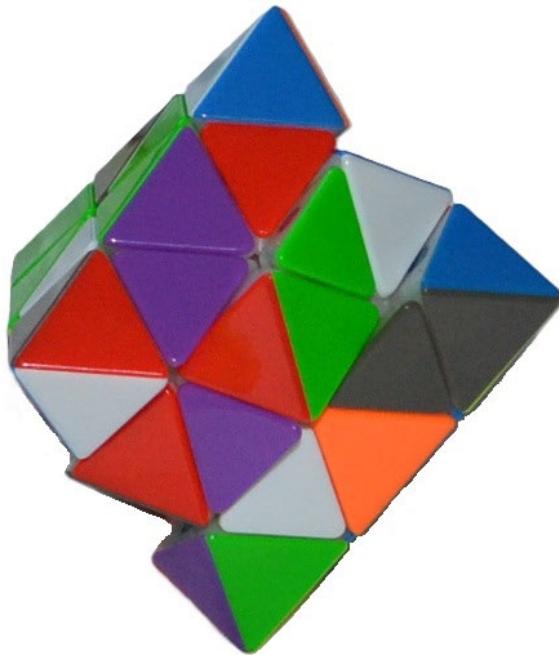
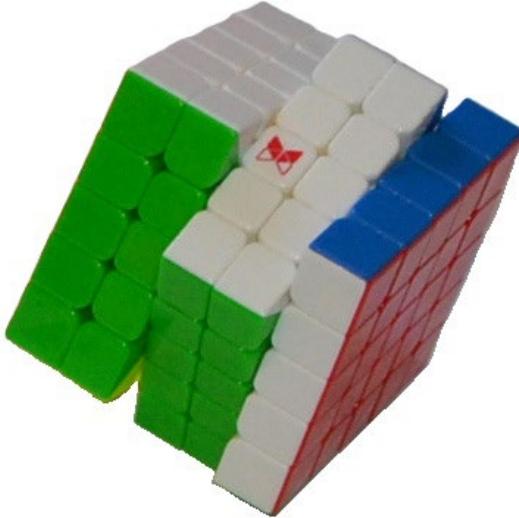
Machin 3



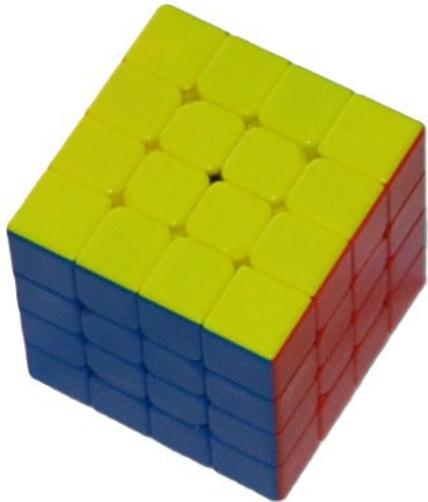
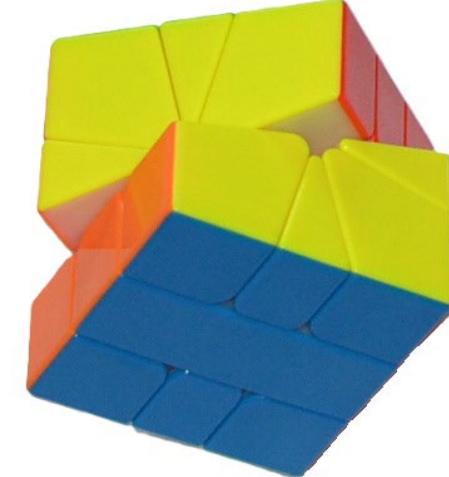
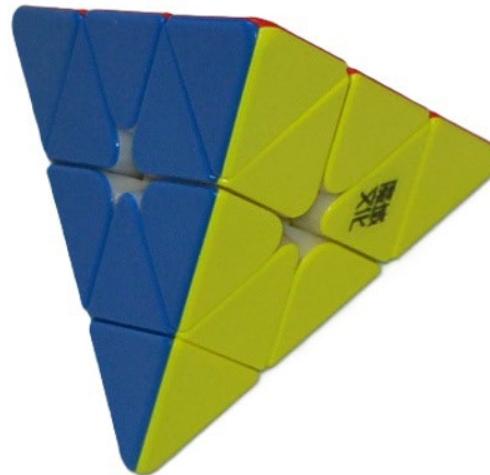
Machin 3



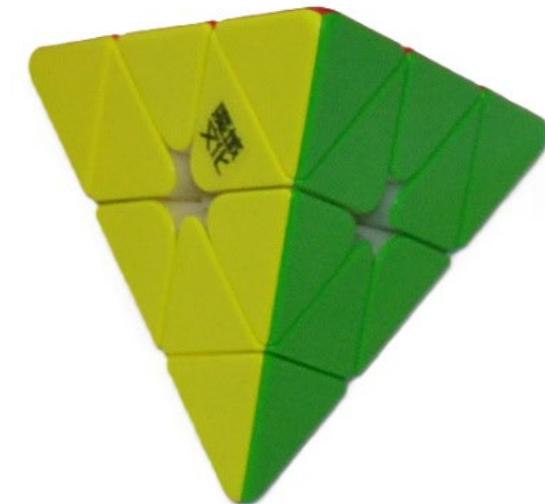
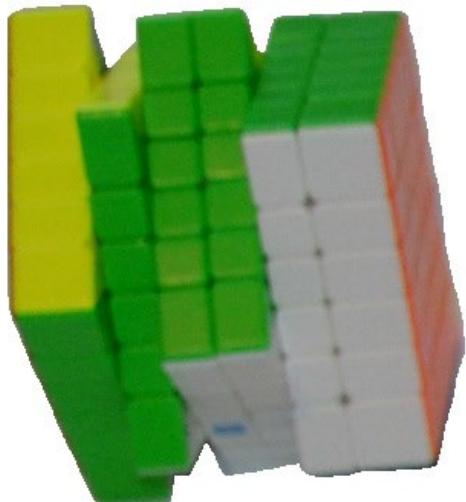
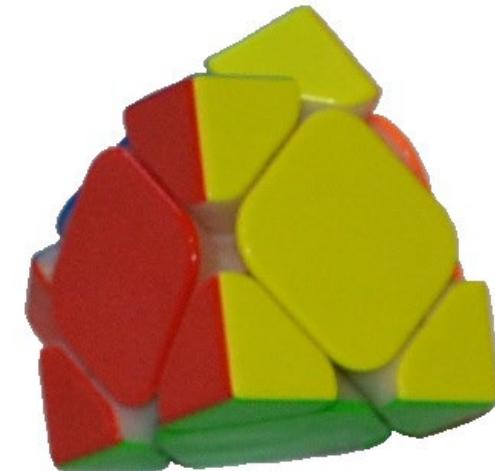
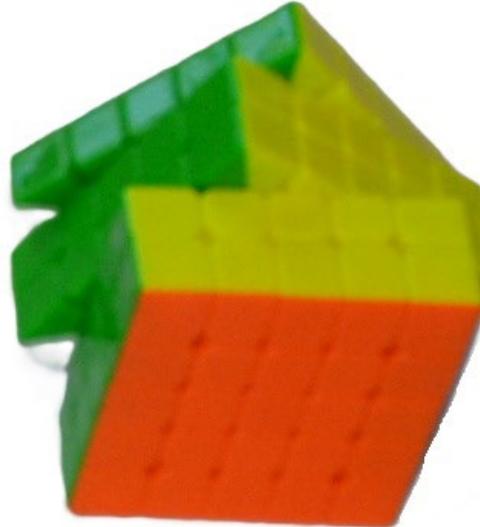
Truc 4



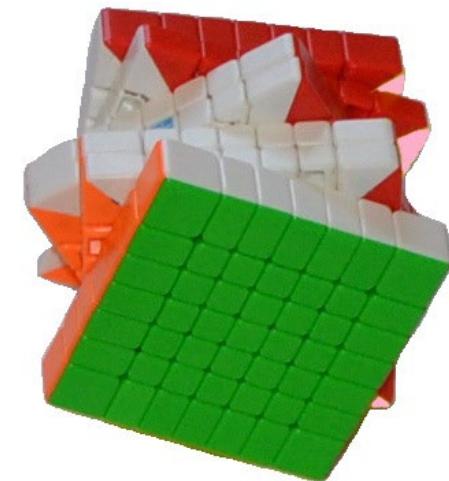
Bidule 5



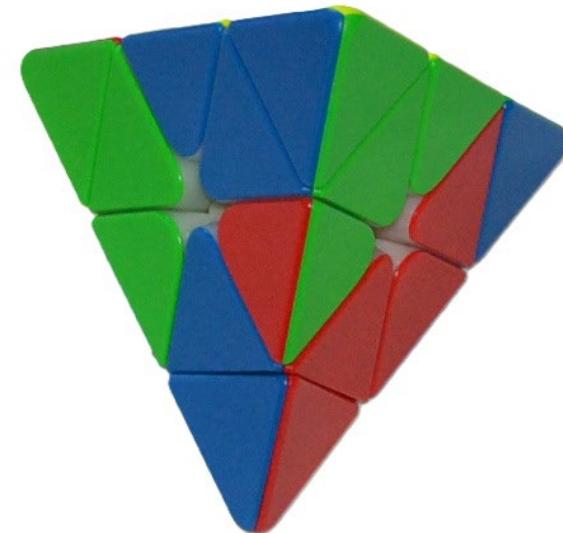
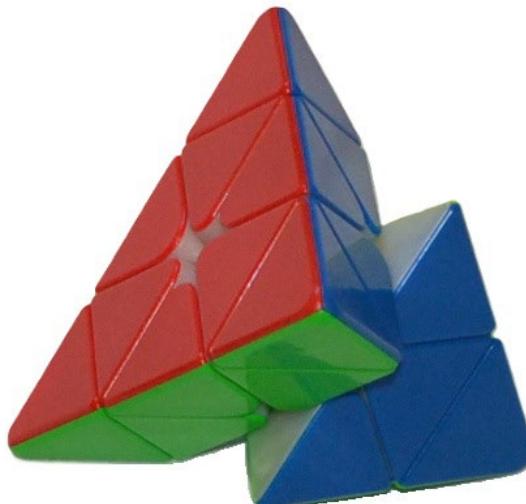
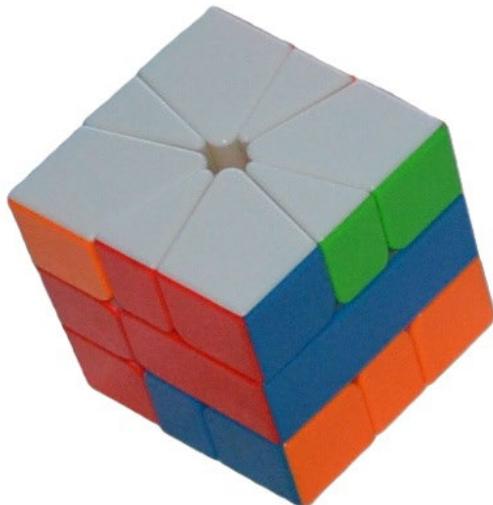
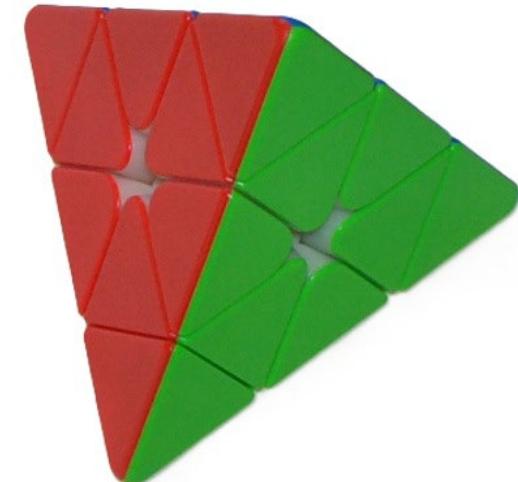
Machin 5

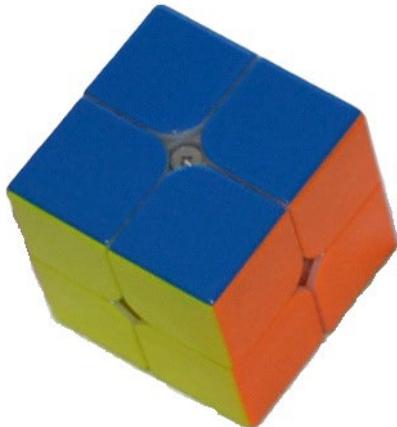
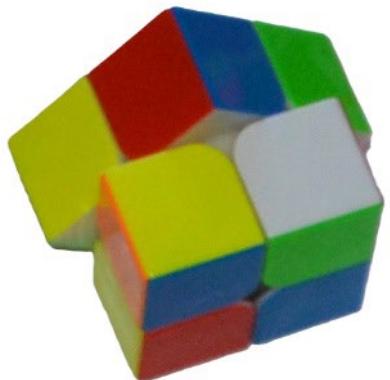
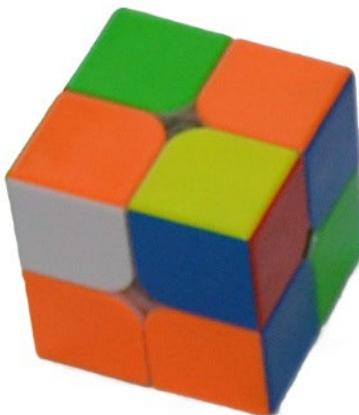
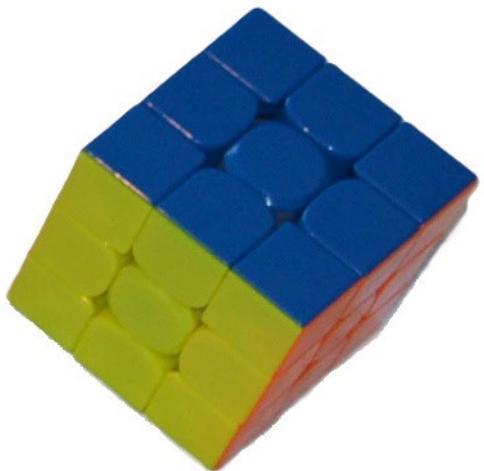


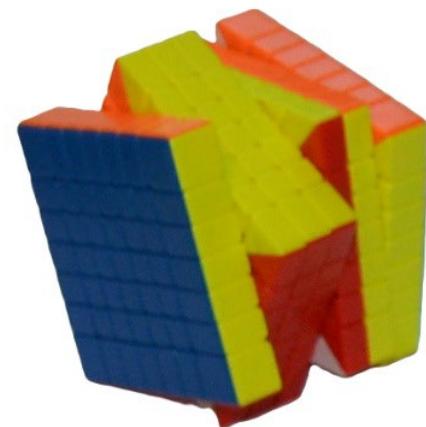
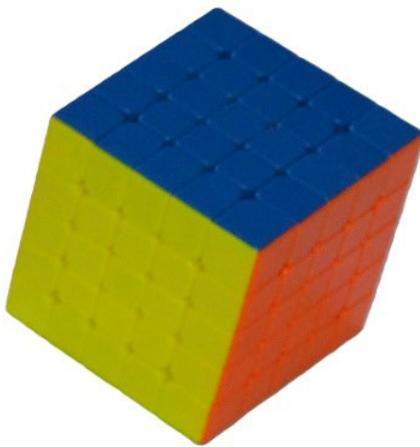
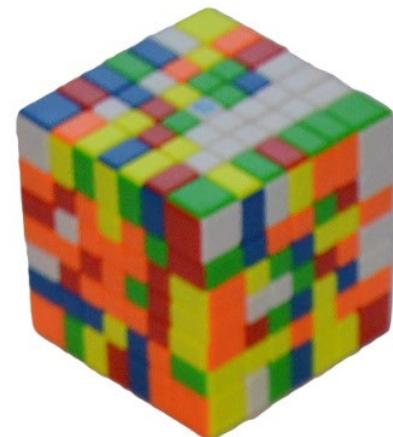
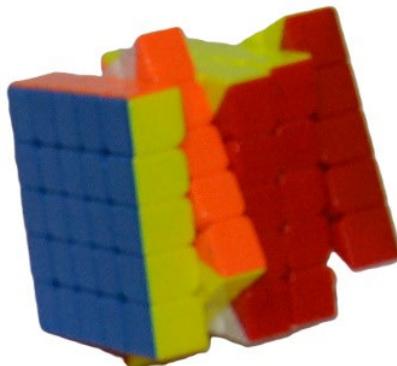
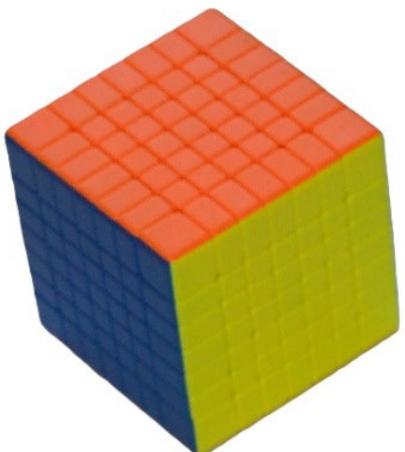
Truc 5

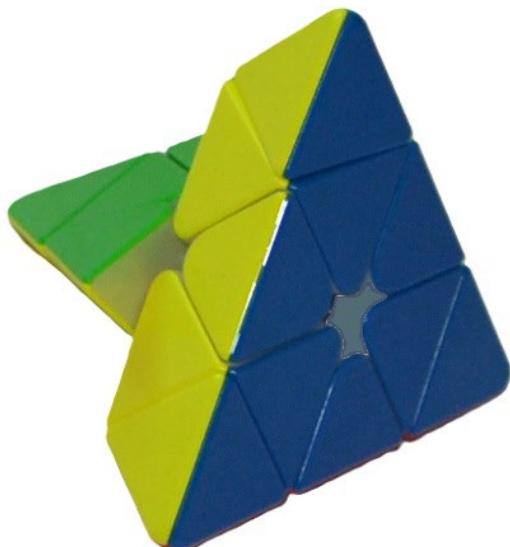
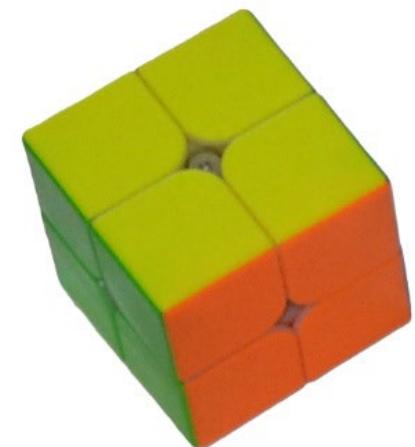
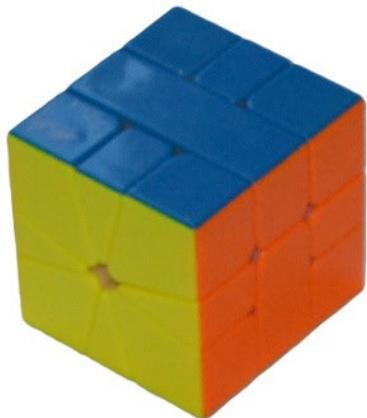


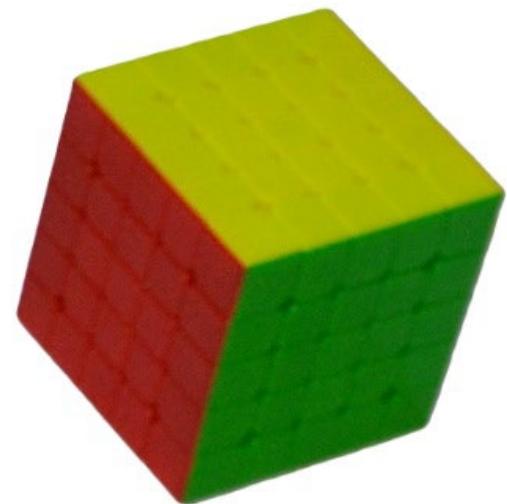
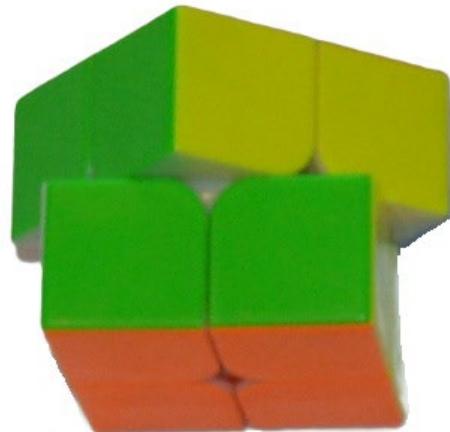
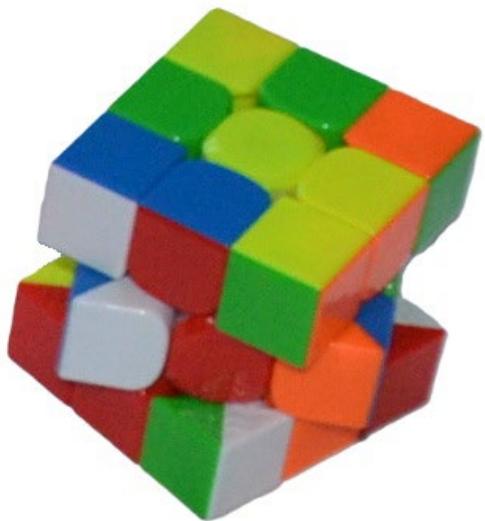
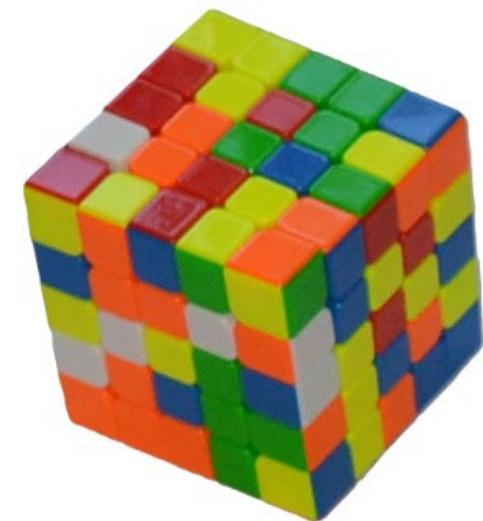
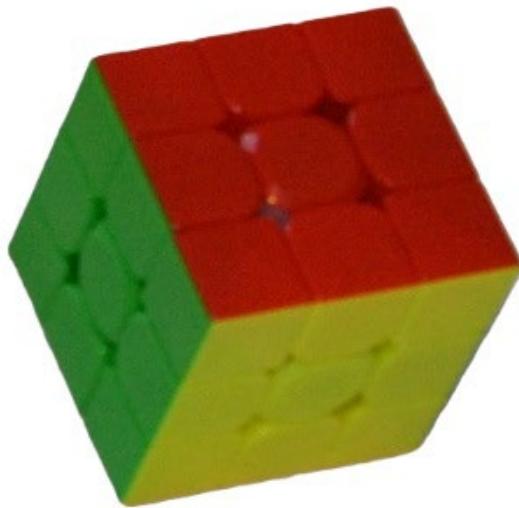
Truc 5

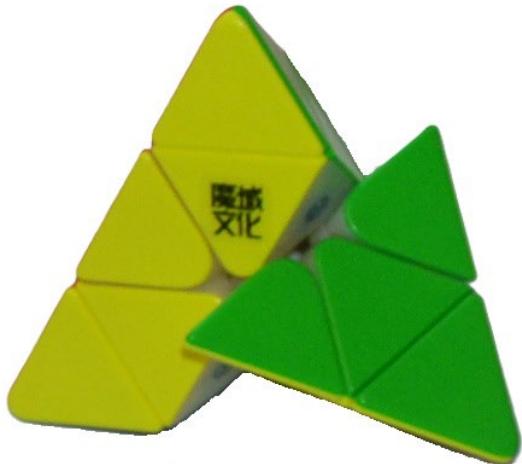
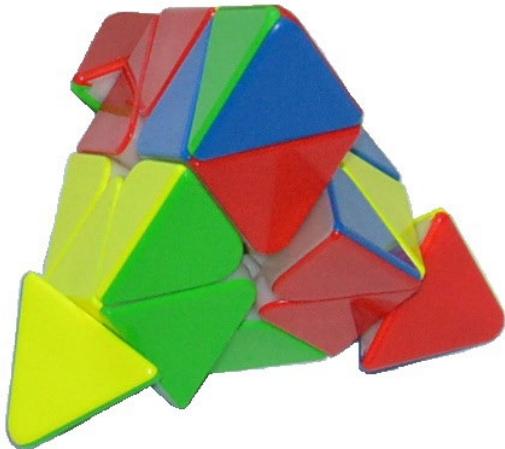


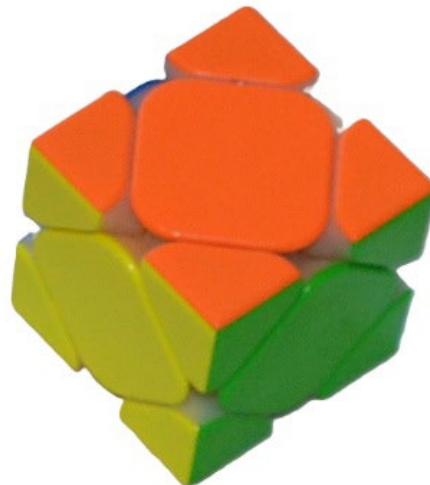
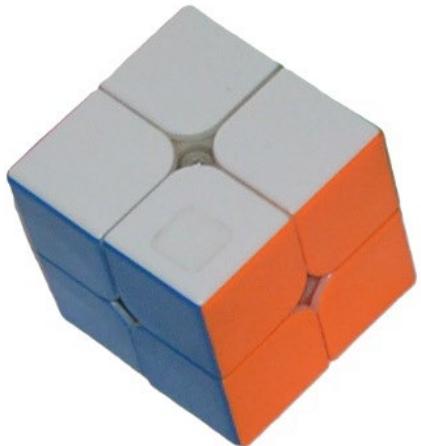
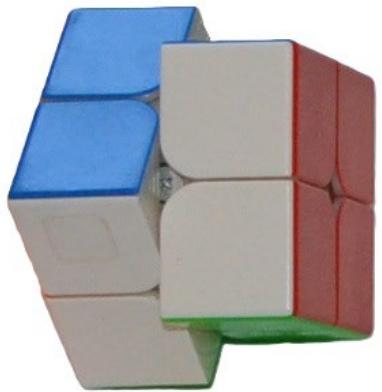


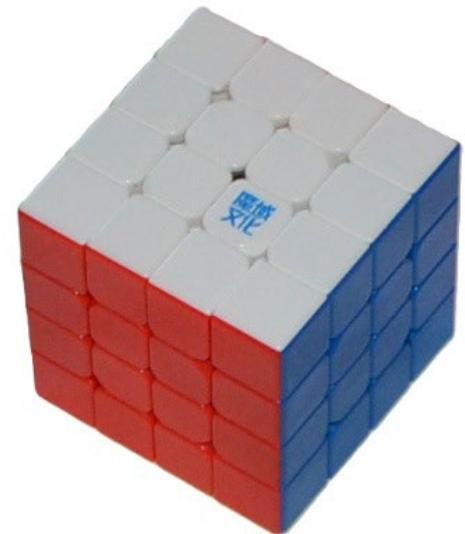
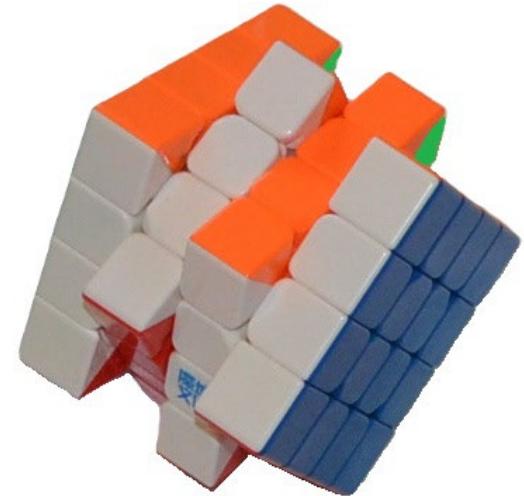


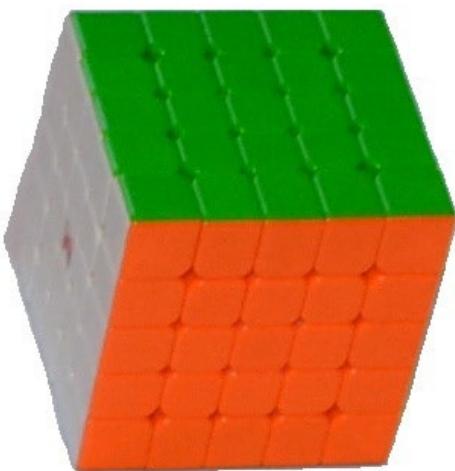
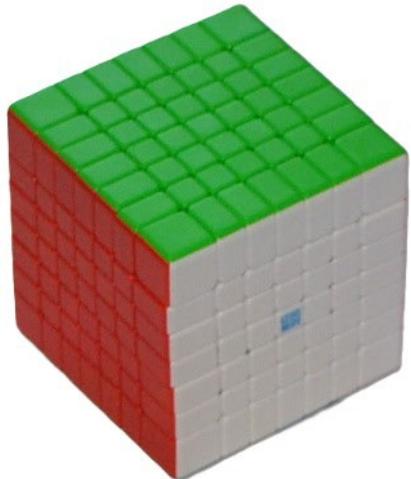
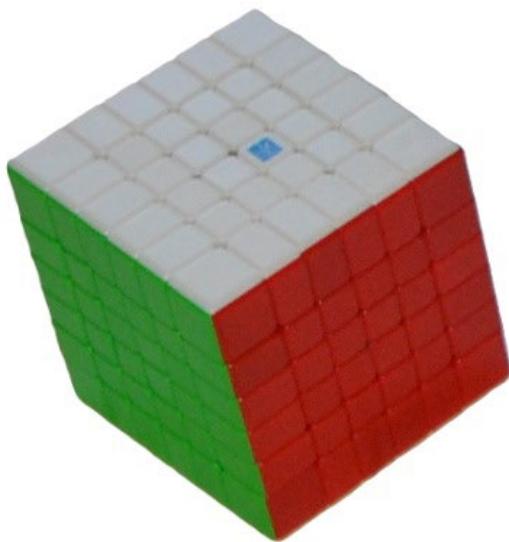


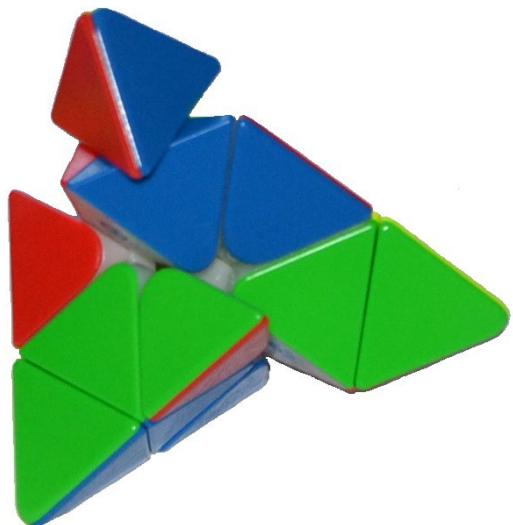


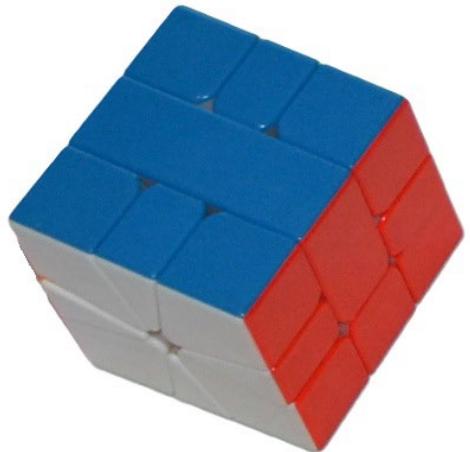












Qui annote généralement les photos qui servent à entraîner les IA ?

- Toi sans le savoir !
- Les photographes qui sont payés pour prendre ces photos
- Des « travailleurs du clic » ou « petites mains de l'IA » souvent précaires et mal payés
- D'autres IA

Qui annote généralement les photos qui servent à entraîner les IA ?

- Toi sans le savoir !
Ce n'est pas la source principale des annotations, même si ça arrive quand tu remplis un test captcha pour vérifier que tu n'es pas un robot.
- Les photographes qui sont payés pour prendre ces photos
Cela coûterait beaucoup trop cher !
- Des « travailleurs du clic » ou « petites mains de l'IA » souvent précaires et mal payés
- D'autres IA
De plus en plus mais cela pose problème comme un serpent qui se mord la queue ...



D'où viennent les jeux de données utilisés pour entraîner les IA ?

- Des milliards de pages web accessibles et toutes libres de droits
- Tes conversations sur les réseaux sociaux ou avec les IA
- Des jeux de données publics intégrant des contenus sous licence
- Des créations 100% originales humaines ou générées par IA

D'où viennent les jeux de données utilisés pour entraîner les IA ?

- Des milliards de pages web accessibles et toutes libres de droits
- Malheureusement non, ce qui pose le problème des droits d'auteur
- ✓ **Tes conversations sur les réseaux sociaux ou avec les IA**
Attention à ce que tu postes et à ce que tu acceptes en utilisant les réseaux !
- ✓ **Des jeux de données publics intégrant des contenus sous licence**
- Des créations 100% originales humaines ou générées par IA

Pas assez de données et trop cher ! Même si certaines IA s'entraînent « entre elles ».



Les IA génératives...

- ... sont intelligentes, c'est dans leur nom !
- ... ont toujours raison !
- ... ont une conscience et pourraient se rebeller contre l'humanité !
- ... vont remplacer les humains dans le travail et vont créer des millions de chômeurs !

Les IA génératives...

- ... sont intelligentes, c'est dans leur nom !
Pas vraiment, elles imitent et se basent sur des probabilités.
- ... ont toujours raison !
Pas toujours, parfois elles hallucinent. Il faut toujours vérifier les réponses générées.
- ... ont une conscience et pourraient se rebeller contre l'humanité !
C'est de la Science Fiction ...
- ... vont remplacer les humains dans le travail et vont créer des millions de chômeurs !
Pas tout à fait : elles transforment certains emplois, en détruisent et en créent.





Requête
Google

0,3 Wh

Requête 400
tokens
ChatGPT-40
mini (35
milliards de
paramètres)

2 Wh

35 minutes
Ampoule LED

2 Wh

3 minutes de
vidéo en ligne

2 Wh

Requête 400
tokens
Meta/Llama 3,1
405B (405
milliards de
paramètres)

55 Wh

17 heures
Ampoule LED

55 Wh

1 heure de
vidéo en ligne

55 Wh

Création d'une
image haute
définition

11 à 29 Wh

Charge
complète d'un
téléphone
portable

19 Wh

Entraînement
Mistral Large 2
(123 milliards
de paramètres)

20 GWh ?

Entraînement
ChatGPT3
(175 milliards
de paramètres)

~ 1,3 GWh

Entraînement
GPT4

~ 55 GWh

Alimentation de
Paris (2 jours)

~ 55 GWh

Requête 400 tokens
Meta/Llama 3,1 405B (405 milliards de paramètres)



3 minutes de vidéo en ligne



35 minutes Ampoule LED



Requête 400 tokens
ChatGPT-40 mini (35 milliards de paramètres)



Requête Google



Entraînement Mistral Large 2 (123 milliards de paramètres)



Charge complète d'un téléphone portable



Création d'une image haute définition



1 heure de vidéo en ligne



17 heures Ampoule LED



Alimentation de Paris (2 jours)



Entraînement GPT4



Entraînement ChatGPT3 (175 milliards de paramètres)

