



L'IA PEUT-ELLE CONTRIBUER  
À LA CRÉATION ARTISTIQUE ?



SI AUCUNE IA NE PEUT "FAIRE DE L'ART" SEULE ET PROPOSER DE NOUVEAUX COURANTS ARTISTIQUES, LES TECHNIQUES D'IA CONTRIBUENT DÉJÀ À LA CRÉATION ARTISTIQUE EN OFFRANT, AU PLUS GRAND NOMBRE, DE NOUVEAUX OUTILS D'AIDE À LA CRÉATION, QUI FACILITENT LE PASSAGE D'UNE IDÉE VAGUE À UNE ŒUVRE (littéraire, musicale ou visuelle).

## COMMENT ÇA FONCTIONNE ?

LA PREMIÈRE DES TECHNIQUES DE CRÉATION DÉVELOPPÉE EN UTILISANT L'IA (2015) PERMET DE TRANSFÉRER UN STYLE DONNÉ (par exemple l'impressionnisme) À D'AUTRES IMAGES, QUE CE SOIT UNE PEINTURE, UNE PHOTO OU UNE SUITE D'IMAGES FORMANT UNE VIDÉO.



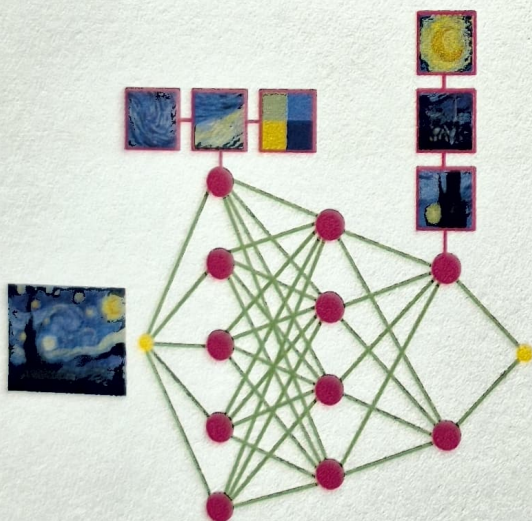
+



=



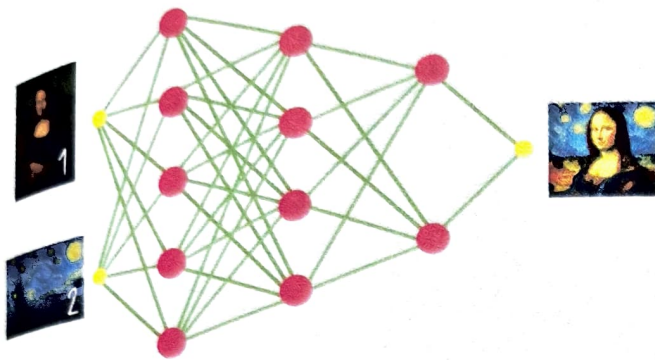
POUR UN TRANSFERT ENTRE DEUX IMAGES, LA MÉTHODE EST LA SUIVANTE :



ON UTILISE UN RÉSEAU DE NEURONES CONVOLUTIF

HABITUELLEMENT UTILISÉ POUR RECONNAÎTRE DES IMAGES, LES PREMIÈRES COUCHES ENCODENT LE STYLE (traits, textures, couleurs), TANDIS QUE LES COUCHES PROFONDES ENCODENT LE CONTENU (les objets et leur disposition).





### ON PREND DEUX TYPES D'IMAGES EN ENTRÉE

L'UN POUR LE CONTENU À PRÉSERVER (1)  
ET LE SECOND DANS LE STYLE QU'ON VEUT  
APPLIQUER (2).

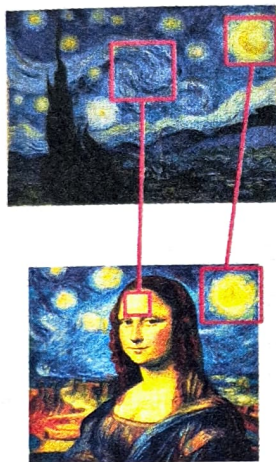
### ON DÉFINIT DEUX MESURES D'ERREUR

LA "PERTE DE CONTENU", QUI CORRESPOND  
À LA SOMME DES DIFFÉRENCES ENTRE LES  
CARACTÉRISTIQUES DE L'IMAGE D'ENTRÉE  
ET CELLES DE L'IMAGE DE SORTIE ; ET LA  
"DIFFÉRENCE DE STYLE", QUI MESURE  
L'ÉCART ENTRE LE STYLE DE L'IMAGE DE  
SORTIE ET CELUI DE L'IMAGE SERVANT DE  
RÉFÉRENCE POUR LE STYLE.

Perte de contenu



Différence de style



PUIS ON AJUSTE LE POIDS DU RÉSEAU DE NEURONES QUI RÉALISE LE TRANSFERT,  
DE MANIÈRE À MINIMISER LA SOMME DES DEUX ERREURS.

## TRANSFERT DE STYLE SUR UNE VIDÉO

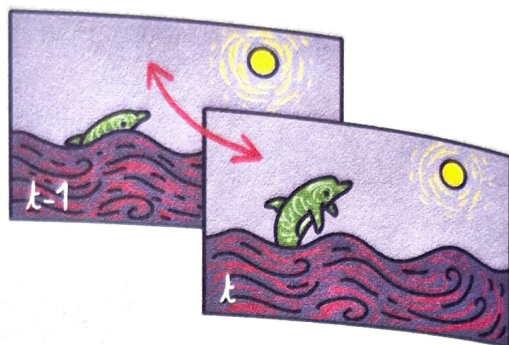
CETTE MÉTHODE EST ÉGALEMENT ÉTENDUE AU TRAITEMENT DE VIDÉOS, MAIS ELLE PRÉSENTE  
UN DÉFI : MAINTENIR LA COHÉRENCE TEMPORELLE ENTRE LES IMAGES.

CAR SI CHAQUE IMAGE DE LA VIDÉO (25 par seconde) ÉTAIT TRAITÉE INDÉPENDAMMENT, LA VIDÉO  
FINALE DONNERAIT UNE IMPRESSION DE SCINTILLEMENT RÉSULTANT DE CHANGEMENTS RAPIDES  
DANS LA POSITION DES DÉTAILS (comme les coups de pinceau du style impressionniste),  
MÊME SUR LES OBJETS IMMOBILES.



UNE SOLUTION CONSISTE À UTILISER LE "FLOT OPTIQUE", QUI MESURE LA VITESSE APPARENTE DES DÉTAILS ENTRE DEUX IMAGES CONSÉCUTIVES.

LORS DU TRAITEMENT DE L'IMAGE À L'INSTANT  $t$ , L'IMAGE DE SORTIE PRÉCÉDENTE  $t-1$  EST DÉFORMÉE SELON CE FLOT POUR GUIDER LE TRANSFERT DE STYLE ET RÉDUIRE LES DÉPLACEMENTS INUTILES DES DÉTAILS STYLISTIQUES.




## COMMENT CONTRÔLER L'IMAGE QU'ON GÉNÈRE ?

LES NOUVELLES TECHNIQUES D'IA GÉNÉRATIVE DÉVELOPPÉES PLUS RÉCEMMENT PEUVENT ÊTRE UTILISÉES POUR TRANSFÉRER UN STYLE, MAIS AUSSI POUR ENGENDRER DE NOUVELLES IMAGES OU VIDÉOS, DONT ET LE STYLE ET LE CONTENU SONT MODIFIÉS.

CRÉER UNE ŒUVRE ALÉATOIRE EST INTÉRESSANT, MAIS POUR QU'ELLE CORRESPONDE À CE QUE L'ON VEUT, IL EST ESSENTIEL DE POUVOIR EN CONTRÔLER LE CONTENU EN DONNANT DES INFORMATIONS AUX MODÈLES :

GÉNÉRER DES IMAGES  
À PARTIR D'UN TEXTE

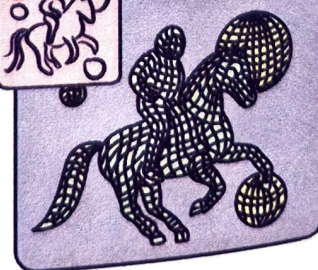
 Un astronaute à cheval dans l'espace



GÉNÉRER DES IMAGES À  
PARTIR D'UN CROQUIS



GÉNÉRER DES OBJETS 3D À  
PARTIR DE TEXTES / CROQUIS

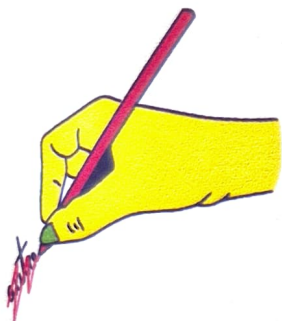


## LE MOT DE LA FIN

SI CES MÉTHODES D'IA ONT L'AVANTAGE DE METTRE LA CRÉATION À LA PORTÉE DE TOUS, ELLES POSENT UN CERTAIN NOMBRE DE QUESTIONS :



LES MÉTHODES DE CRÉATION GRAPHIQUE (tout comme celles à partir de texte) ONT ÉTÉ ENTRAÎNÉES SUR DES DONNÉES DISPONIBLES, SANS TENIR COMPTE DES DROITS D'AUTEUR. DE NOMBREUX ARTISTES VOIENT DES IMAGES GÉNÉRÉES DANS "LEUR STYLE", SANS POUVOIR ATTAQUER CES PLAGIATS NI PERCEVOIR DE ROYALTIES.



UN VRAI PROCESSUS CRÉATIF SE FAIT PAR ESSAIS-ERREURS. UN ARTISTE EFFECTUE DE MULTIPLES MODIFICATIONS SUR DIFFÉRENTES ZONES SPÉCIFIQUES DE SON ŒUVRE, CE QUE LES MÉTHODES GÉNÉRATIVES NE PERMETTENT PAS POUR LE MOMENT.

I ♥ ART

IL SERAIT DOMMAGE QUE L'HUMAIN CONFIE AUX MACHINES LES TÂCHES LES PLUS AGRÉABLES, QUI DONNENT DU SENS À LA VIE.

NON SEULEMENT L'IA BASÉE SUR L'APPRENTISSAGE PROFOND PEUT AIDER À LA CRÉATION ARTISTIQUE, MAIS ELLE EST SI RAPIDE ET EFFICACE QUE, SI NOUS N'Y PRENONS PAS GARDE, L'HUMANITÉ POURRAIT LAISSER DE TELS SYSTÈMES CRÉER À SA PLACE.

DANS CE CAS, LES CRÉATIONS RESTERAIENT SIMILAIRES AUX ŒUVRES EXISTANTES SUR LESQUELLES LE RÉSEAU S'EST ENTRAÎNÉ (comme des scénarios de séries télévisées dont chaque épisode mettrait en scène à l'infini les mêmes types de personnages, rencontres et intrigues)...

...MAIS EST-CE CE QUE NOUS VOULONS ?



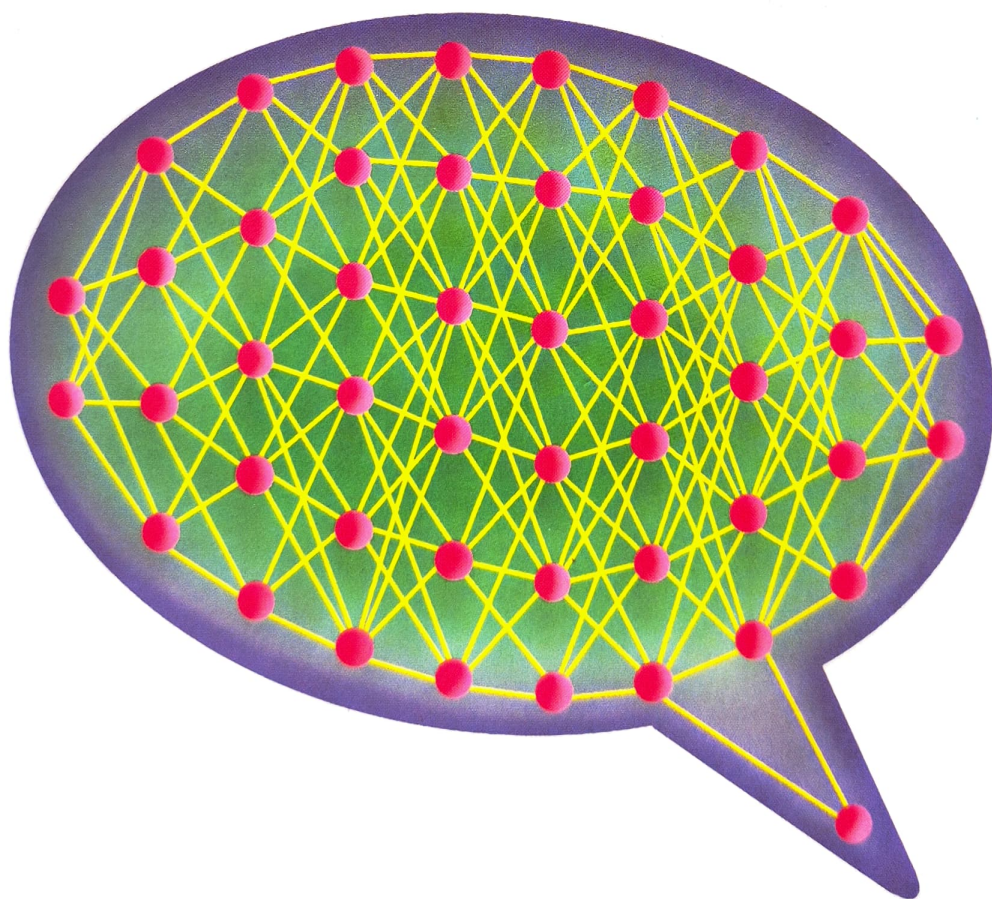
OLIVIER CAPPÉ

CLAIRE MARC

TOUT COMPRENDRE

(OU PRESQUE)

SUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



CNRS **E**DITIONS

L'intelligence artificielle (IA) est aujourd'hui évoquée partout, tout le temps, tantôt comme notre planche de salut, tantôt comme une créature menaçant l'humanité. On a en tout cas le sentiment d'avoir déjà tout entendu sur l'IA. Mais cette impression est trompeuse, parce qu'elle laisse de côté la technologie sous-jacente. La comprendre est pourtant essentiel, pour se représenter clairement ce que l'on peut attendre de ces nouveaux outils, désormais largement diffusés et employés dans divers domaines, comme l'analyse et la génération d'images, le contrôle de robots ou la détection précoce de facteurs de risque dans le domaine de la santé.

Acteur majeur de la recherche en France, le CNRS a souhaité partager les connaissances de chercheurs et chercheuses concernant les concepts et techniques utilisés en intelligence artificielle. D'où vient l'IA et en quoi consiste-t-elle ? Quelles sont les méthodes mobilisées et les ressources nécessaires pour la faire fonctionner ? Quelles en sont les multiples utilisations ? Quelles sont ses limites, ses risques, et les défis qu'elle soulève ?

Sous l'apparente légèreté du graphisme, cet ouvrage couvre ces enjeux fondamentaux, et rend compte de l'essentiel des connaissances, afin que chacun et chacune puisse s'informer et participer aux débats.

*Olivier Cappé est directeur de recherche CNRS au Département d'informatique de l'ENS-PSL. En 2013, il a reçu le Grand prix de l'Académie des sciences pour ses travaux sur le traitement statistique des signaux.*

*Claire Marc est médiatrice scientifique et facilitatrice graphique. Elle est co-autrice, à CNRS Éditions, de Tout comprendre (ou presque) sur le climat (2022); Tout comprendre (ou presque) sur la biodiversité (2023); Tout comprendre (ou presque) sur l'eau (2024).*

19 € prix valable en France  
ISBN : 978-2-271-15424-8



**d1** UN LIVRE A  
LE MÊME PRIX  
PARTOUT

[www.cnrseditions.fr](http://www.cnrseditions.fr)



# SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	6
Question 1 : QUI A INVENTÉ L'IA ? .....	9
Question 2 : EXISTE-T-IL UNE SEULE FAÇON DE FAIRE DE L'IA ? .....	15
Question 3 : D'OÙ VIENT L'IA QUE L'ONT CONNAÎT ACTUELLEMENT ? .....	21
Question 4 : QU'EST-CE QUE L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE ? .....	27
Question 5 : QU'EST-CE QU'UN RÉSEAU DE NEURONES ? .....	33
Question 6 : COMMENT FONCTIONNE UN GRAND MODÈLE DE LANGUE ? .....	39
Question 7 : DE QUEL MATÉRIEL A-T-ON BESOIN POUR FAIRE DE L'IA ? .....	47
Question 8 : QU'EST-CE QUE L'IA GÉNÉRATIVE ? .....	53
Question 9 : L'IA VOIT-ELLE DÉSORMAIS MIEUX QUE NOUS ? .....	59
Question 10 : L'IA PEUT-ELLE CONTRIBUER À LA CRÉATION ARTISTIQUE ? .....	65
Question 11 : L'IA COMPREND-ELLE TOUTES LES LANGUES ? .....	71
Question 12 : L'IA PEUT-ELLE APPRENDRE PAR ELLE-MÊME ? .....	77
Question 13 : L'IA PEUT-ELLE PILOTER DES ROBOTS ? .....	83
Question 14 : L'IA PEUT-ELLE AMÉLIORER NOTRE SANTÉ ? .....	89
Question 15 : L'IA PEUT-ELLE ÊTRE SOCIALE ? .....	95
Question 16 : L'IA PEUT-ELLE OBTENIR UN PRIX NOBEL ? .....	101



Question 17 : L'IA PEUT-ELLE ÊTRE INDUITE EN ERREUR ? .....	107
Question 18 : L'IA EST-ELLE RESPECTUEUSE DE LA VIE PRIVÉE ? .....	113
Question 19 : L'IA AMPLIFIE-T-ELLE LES BIAIS ? .....	119
Question 20 : QUELLES SONT LES QUESTIONS ÉTHIQUES SOULEVÉES PAR L'IA ? .....	125
PRÉSENTATION DES AUTEURS .....	130
REMERCIEMENTS .....	132