

## Avoir l'innovation à l'œil : Deux droïdes célèbres laissent-ils entrevoir l'avenir des soins oculovisuels?



**Chris Wroten, D.O., Dipl. ABO** est diplômé du Southern College of Optometry et associé et chef de l'exploitation des Bond-Wroten Eye Clinics. Le Dr Wroten a participé à des recherches cliniques, rédigé des rapports d'observations cliniques et des articles sur les soins oculovisuels, donné des conférences en tant que conférencier de formation continue et présenté des affiches et des ateliers éducatifs dans le cadre de conférences optométriques régionales et nationales. Outre les soins oculovisuels primaires, ses domaines d'intérêt particuliers sont le traitement et la prise en charge des maladies oculaires et les lentilles cornéennes.

C'était en 1977, et tout le monde, des enfants aux adultes, en parlait. Je venais d'avoir sept ans et mon père m'a amené voir la superproduction la plus populaire de l'année pendant que ma mère restait à la maison avec ma jeune sœur. Je me souviens très bien à quel point j'étais excité lorsque nous sommes arrivés au Broadmoor Theatre à Baton Rouge, en Louisiane, où s'étirait sur le côté de l'immeuble la plus longue file d'attente que j'aie jamais vue! Loin d'être découragé, j'étais prêt à attendre aussi longtemps qu'il le fallait pour obtenir des billets. Nous avons d'ailleurs pu acheter certains des derniers billets d'entrée disponibles.

Alors que les lumières s'éteignaient et que la projection commençait, le texte suivant s'est mis à défiler à l'écran : « Il y a bien longtemps, dans une galaxie lointaine, très lointaine... ». J'ai été envoûté pendant les deux heures qui ont suivi par ce film révolutionnaire qui, quarante ans plus tard, continue d'établir des records et de surpasser les nouvelles superproductions, les livres, les jeux, les séries télévisées, les bandes dessinées, les ventes de produits, voire même les manèges des parcs d'attractions. *Star Wars* (aussi appelé *Un nouvel espoir*) m'a beaucoup marqué comme d'innombrables autres personnes, alors que je m'imaginai être Luke Skywalker ou Han Solo combattant Darth Vader et l'Empire du mal. J'étais aussi fasciné par les deux droïdes qui visualisaient leur environnement et y naviguaient; qui comprenaient la langue parlée et la signification des mots; qui fournissaient des réponses réfléchies et conversaient avec d'autres personnages; et qui, dans bien des cas, se montraient plus malins que leurs adversaires humains. Les robots n'étaient pas nouveaux pour moi, mais R2-D2 et C-3PO représentaient les formes les plus avancées d'intelligence artificielle que j'avais jamais rencontrées.

Aujourd'hui, l'intelligence artificielle est tellement répandue dans la société que beaucoup de choses autrefois considérées comme révolutionnaires ne sont même plus associées à l'IA. Si nous examinons en rétrospective certains jalons marquants de l'IA et la signification de quelques termes de base, nous pourrions mieux comprendre plusieurs projets actuels d'IA en matière de soins oculovisuels.

### BRÈVE CHRONOLOGIE DE L'IA

Antiquité : les premiers mathématiciens et philosophes commencent à étudier la mécanique du raisonnement et à proposer des robots, des automates et des machines intelligentes.

**1818 : Mary Shelley publie *Frankenstein*, l'un des premiers exemples d'IA dans le domaine de la science-fiction.**

**1943 : Warren McCulloch et Walter Pitts publient le premier ouvrage reconnu sur l'IA, qui décrit en bonne et due forme ce qu'est un « neurone artificiel ».**

**1956 : le terme IA est officiellement utilisé et défini à la conférence du Dartmouth College.**

**Années 60 : les gouvernements britanniques et américains, ainsi que d'autres laboratoires du monde entier, investissent massivement dans l'IA.**

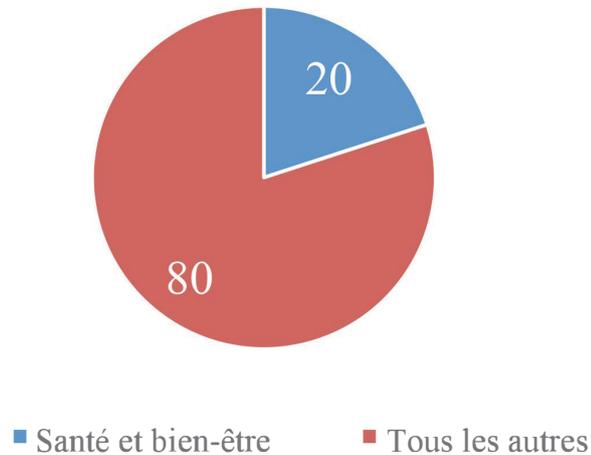
**Années 70 et 80 : les progrès sont lents en raison des priorités de financement concurrentes, des critiques morales, et des limites technologiques.**

**Fin des années 90 - début du XXI<sup>e</sup> siècle : l'IA sert dans le domaine de la logistique, de l'exploration de données, du diagnostic médical et d'autres en raison des progrès réalisés en matière de puissance computationnelle et de stockage des données<sup>1</sup>.**

De nos jours, les entrepreneurs en IA axent leurs travaux sur la santé et le bien-être, alors qu'une nouvelle entreprise en IA sur cinq (un rapport supérieur à celui des autres secteurs) œuvre dans ce domaine (fig. 1)<sup>2</sup>.

**Figure 1 :** Il y a plus de nouvelles entreprises en IA créées dans le domaine de la santé et du bien-être (~20 % de toutes les entreprises créées) que dans tout autre secteur<sup>2</sup>.

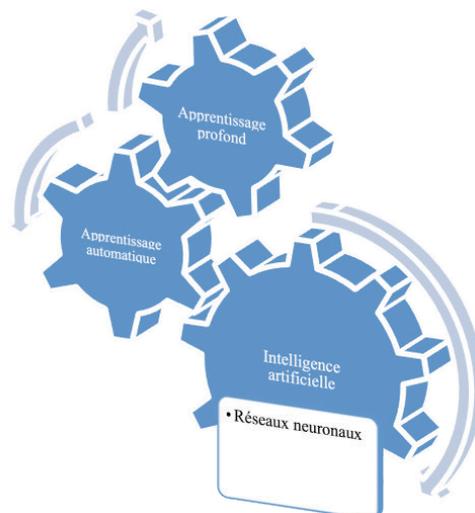
### Création d'entreprises en IA par catégorie (%)



### TERMINOLOGIE

L'intelligence artificielle (IA) désigne le grand domaine de l'« automatisation des processus humains et cognitifs » (fig. 2).

**Figure 2 :** L'apprentissage profond (AP) est un sous-ensemble de l'apprentissage automatique (AA), tous deux alimentés par des algorithmes de réseau neuronal servant à améliorer constamment le rendement des programmes. Ce sont tous des types d'intelligence artificielle (IA).



Les réseaux neuronaux constituent le fondement des premières recherches en IA et s'inspirent des réseaux de neurones corticaux du cerveau humain - un seul neurone artificiel (« N ») accepte de l'information de nombreux autres neurones, qui chacun leur tour, après leur activation, déterminent si le neurone « N » doit être activé ou non; l'apprentissage nécessite un algorithme qui rajuste les votes pondérés en fonction des données de formation, puis recense les liens cachés et les tendances des données brutes, les organise et les classe et assure l'apprentissage et l'amélioration continus au fil du temps<sup>3</sup>.

L'apprentissage automatique (AA) s'entend d'un sous-domaine de l'IA qui a alimenté la recherche des années 80 à 2010. Il sert à élaborer des programmes (ou des modèles) par l'exposition aux données de formation seulement, puis à les améliorer spontanément et continuellement, comme c'est le cas, par exemple, des voitures autonomes, des algorithmes de détection des fraudes et des suggestions personnalisées en ligne des marchandiseurs en fonction de l'historique d'achats<sup>3</sup>.

L'apprentissage profond (AP) décrit l'un des nombreux sous-domaines de l'apprentissage automatique; tout réseau neuronal artificiel qui peut apprendre une longue chaîne de liens de causalité; les modèles forment ensuite un empilage de couches qui enseignent à l'ordinateur comment apprendre par lui-même<sup>4,5</sup>; toute la recherche de pointe en IA à l'heure actuelle repose sur des réseaux neuronaux d'apprentissage profond.

---

## PROJETS ACTUELS D'IA EN MATIÈRE DE SOINS DE SANTÉ

### Hanover

Microsoft a mis au point cette plateforme d'intelligence artificielle pour faire progresser la lecture informatique dans le but d'accélérer la « conservation des données en tant que service » en médecine de précision. Essentiellement, l'objectif est d'automatiser et d'améliorer de façon exponentielle le processus de lecture des données génomiques d'un patient atteint de cancer; d'analyser tous les médicaments propres à un diagnostic en fonction des données probantes disponibles; d'examiner les essais cliniques et les protocoles de traitement pertinents; et d'inscrire les patients au protocole d'essai qui offre les meilleures chances de guérison. Tout cela se fait sous la supervision d'un médecin<sup>6</sup>.

### Deep Mind

Le programme informatique d'intelligence artificielle Deep Mind a été créé en 2010 à Londres, avant d'être acheté par Google en 2014. Il a appris par lui-même à jouer à 49 jeux vidéo différents grâce uniquement à l'entrée brute de pixels; les chercheurs à l'hôpital Moorfield's Eye (Londres) ont déjà saisi plus d'un million de photographies de rétine anonymes qui présentent des signes de maladie, de sorte que l'algorithme d'IA peut apprendre de façon autonome à reconnaître les signes de maladie oculaire. Ce système d'IA peut interpréter les examens radiologiques effectués en pratique clinique avec une rapidité et une précision sans précédent, et recommander correctement le type de traitement à administrer aux patients pour plus de 50 problèmes menaçant la vision avec autant de précision que les principaux experts<sup>7</sup>.

### Watson

Des chercheurs d'IBM en Australie ont entraîné leur plateforme d'intelligence artificielle, Watson, à détecter les anomalies dans les photographies rétinienne afin de déceler les maladies du segment postérieur, comme la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMA), la rétinopathie diabétique (RD) et le glaucome, plus tôt que ne le peuvent les stratégies existantes. Les enquêteurs à l'Université de Melbourne ont saisi 88 000 images de la rétine dans Watson et, grâce à des techniques d'apprentissage à distance, ont pu établir le rapport cupule-disque et déceler des signes de glaucome avec un taux de précision de 95 %<sup>8</sup>. D'autres chercheurs de New York ont récemment publié un rapport concernant Watson, qui a révélé un taux d'exactitude de 94 % pour le glaucome en analysant des images tomographiques par cohérence optique<sup>9</sup>. La plateforme Watson a aussi servi à accroître les taux de diplomation des chiens-guides les plus susceptibles de réussir ces programmes de formation rigoureux en fonction des cartes génétiques, des éleveurs, des entraîneurs et des dossiers vétérinaires<sup>10</sup>.

### IDx-DR

IDx travaille à la mise au point des algorithmes d'intelligence artificielle fondés sur la reconnaissance des caractéristiques pour automatiser le diagnostic du glaucome, de la DMLA et de la rétinopathie diabétique (RD). Cet algorithme est programmé pour rechercher des signes de maladie rétinienne (par rapport aux programmes d'IA fondés sur l'apprentissage automatique et qui utilisent les autres algorithmes présentés dans le présent article).

La plateforme IDx-DR a reçu l'approbation de la Food & Drug Administration des États-Unis en 2018, devenant ainsi le premier analyseur d'images rétinienne autonome piloté par IA. L'algorithme est spécifiquement associé à la caméra rétinienne NW400 de Topcon, qui numérise et analyse ensuite les images pour la RD sans intervention humaine après l'acquisition de l'image. Le logiciel fournit rapidement aux médecins une évaluation de la présence d'une rétinopathie diabétique « plus que légère ». Si c'est le cas, le patient est aiguillé vers un professionnel des soins oculovisuels; si le dépistage est négatif, le médecin recommande au patient de revenir dans 12 mois pour une reprise de l'examen. Les études initiales démontrent une sensibilité de 87,2 % et une spécificité de 90,7 %<sup>11,12</sup>.

### **Intelligence ambiante clinique (IAC)**

Nuance fait la promotion de cette plateforme comme moyen d'aider à atténuer l'épuisement professionnel des fournisseurs de soins de santé à cause du temps excessif passé à parcourir les dossiers des patients et à remplir des documents détaillés. L'IAC « écoute » les conversations entre les cliniciens et les patients et interagit avec le DME pour faciliter les flux de travail et améliorer l'automatisation des tâches et des connaissances cliniques. Il documente automatiquement les interactions en matière de soins aux patients sans détourner l'attention du médecin de son patient. Grâce à l'utilisation de dispositifs fixés au mur qui contiennent 16 microphones et des données biométriques vocales à des fins de sécurité (p. ex., authentification, identification de la personne qui parle, consentement du patient et signature des documents par le médecin), le médecin peut aussi remplir des ordonnances de médicaments et signer la note à l'aide d'un assistant virtuel intégré. La combinaison matériel-logiciel saisit ce que disent les patients et les prestataires de soins, et les réponses pertinentes des patients sont automatiquement ajoutées au dossier, ce qui évite au médecin de devoir les inscrire manuellement plus tard. Des essais pilotes réussis sont maintenant en place, et le déploiement à grande échelle devrait avoir lieu en 2020<sup>13,14,15</sup>.

### **Autres**

De nombreuses entreprises qui offrent des dossiers de santé électroniques et de logiciels de gestion médicale s'efforcent d'intégrer l'IA à leurs produits afin d'optimiser l'ordonnancement, le cheminement des patients, la gestion des payeurs, l'administration dans le secteur de l'optique et une foule d'autres domaines. Grâce à l'intelligence artificielle, les petites et moyennes entreprises auront bientôt accès à des technologies de pointe et à des stratégies de gestion qui étaient peut-être hors d'atteinte à cause des ressources limitées et des coûts élevés qui leur étaient auparavant associés.

---

### **RÉPERCUSSIONS POSSIBLES SUR LES SOINS OCULOVISUELS**

Tous ces produits d'IA permettent d'analyser d'énormes volumes de données et de rationaliser et améliorer la qualité des soins et les résultats pour les patients. Comme l'a si bien dit un collègue du Texas, il sera essentiel de savoir qui est propriétaire des données, où elles se trouvent et comment on y accède, surtout lorsque certaines entreprises fermeront leurs portes. Alors, qu'est-ce que tout cela signifie pour l'optométrie? Y aura-t-il des changements massifs dans la façon dont nous pratiquons qui menaceront de remplacer les soins que nous offrons par des appareils d'intelligence artificielle, plutôt que par des médecins humains, ou le statu quo sera-t-il maintenu en grande partie? Les soins oculovisuels réfractifs seront-ils administrés par des systèmes et applications automatisés d'IA sans la supervision appropriée du médecin?

Personnellement, malgré tous les progrès réalisés jusqu'à maintenant dans le domaine de l'IA, je ne pense pas que nous soyons en danger d'être remplacés sous peu par des droïdes R2-D2 et C-3PO. Des études récentes ont montré que les premiers algorithmes d'IA ne donnent peut-être pas un aussi bon rendement en milieu clinique que dans des milieux d'étude contrôlés<sup>16</sup>, mais il y aura certainement des progrès avec le temps. De plus, la recherche montre que l'IA, combinée à l'interprétation par un médecin, est plus précise que l'une ou l'autre des options prise séparément<sup>17</sup>.

Tant que nous continuerons d'offrir à nos patients d'excellents soins, d'écouter leurs besoins, de nous tenir au courant des dernières innovations en soins oculovisuels et de demeurer ouverts à l'adoption appropriée de nouvelles technologies, il y aura une place pour nous. Toutefois, si nous enfouissons notre tête dans le carbonite, nous risquons de connaître le même sort que l'Étoile de la mort. L'intelligence artificielle peut améliorer de façon exponentielle les soins que nous fournissons lorsqu'elle est mise en œuvre de la bonne façon, et il nous incombe de participer dès le début et de défendre nos patients au fur et à mesure que de nouveaux progrès sont réalisés.

Avec Microsoft, Google et IBM qui travaillent à l'application de l'intelligence artificielle aux soins de santé, il y aura certainement des résultats. Je ne prétends sûrement pas savoir exactement comment ni quand ces résultats se réaliseront, mais je suis certain d'une chose : il y aura bientôt du changement, et ceux qui l'embrasseront de la bonne façon seront les mieux placés pour réussir à l'avenir. Que la Force soit avec vous! ●

## REFERENCES

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_artificial\\_intelligence](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence)
2. <https://avc.com/2019/06/ai-and-health-care/>
3. [https://www.sas.com/en\\_us/insights/analytics/machine-learning.html](https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/machine-learning.html)
4. [https://blogs.sas.com/content/sgf/2018/01/05/looking-beyond-hype-deep-learning-ai/#par\\_styledcontainer\\_89b1](https://blogs.sas.com/content/sgf/2018/01/05/looking-beyond-hype-deep-learning-ai/#par_styledcontainer_89b1)
5. [https://www.sas.com/en\\_us/insights/analytics/deep-learning.html#deepworld](https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/deep-learning.html#deepworld)
6. <https://hanover.azurewebsites.net/#overview>
7. DeFauw, J., et al. "Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease." *Nature Medicine*, vol. 24, pgs1342–1350 (2018)
8. "IBM is training Watson to detect glaucoma." Feb 22, 2017; American Academy of Ophthalmology; <https://www.aao.org/headline/ibm-is-training-watson-to-detect-glaucoma>
9. Maetschke S., et al. "A feature agnostic approach for glaucoma detection in OCT volumes." *PLoS One*, 2019 Jul 1;14(7):e0219126. doi:10.1371/journal.pone.0219126. eCollection 2019.
10. <https://www.ibm.com/watson/stories/guiding-eyes/>
11. <https://www.mobihealthnews.com/content/study-results-support-fda-approval-diagnostic-algorithm-experts-remain-wary>
12. Kent, C. "AI & Ophthalmology: Two Approaches to Diagnosis." *Review of Ophthalmology*; 11 JUL 2018
13. <https://reviewob.com/ai-system-that-frees-doctors-to-focus-on-patients-in-exam-room/>
14. <https://medcitynews.com/2019/06/nuance-ai-exam-room/>
15. Dietsche, E. "Nuance's AI makeover to clinical documentation takes exam room to the future." *MedCity News*, June 13, 2019.
16. Kanagasingam Y, et al. "Evaluation of Artificial Intelligence–Based Grading of Diabetic Retinopathy in Primary Care." *JAMA Netw Open*. Published online September 28, 2018;1(5):e182665. doi:10.1001/jamanetworkopen.2018.2665
17. Sayres, R., et al. "Using a Deep Learning Algorithm and Integrated Gradients Explanation to Assist Grading for Diabetic Retinopathy." *Ophthalmology*, Vol. 126, Issue 4, 552 – 564.