



## EVALUATION AUTOMATIQUE DE LA RÉTINOPATHIE DIABÉTIQUE

Bruno Lay<sup>1</sup>, Ronan Danno<sup>1</sup>, Gwénoélé Quéllec<sup>2</sup>, Mathieu Lamard<sup>2,3</sup>, Béatrice Cochener,<sup>2,3,4</sup> Etienne Decencièrè<sup>5</sup>, Robin Alais<sup>5</sup>, Ali Erginay<sup>6</sup>, Pascale Massin<sup>6</sup>, Alexandre Le Guilcher<sup>7</sup>

<sup>1</sup> ADCIS S.A., 3 rue Martin Luther King, 14280 Saint-Contest, France

<sup>2</sup> LaTIM - INSERM UMR 1101, 22, avenue Camille Desmoulins, 29238 Brest Cedex 3, France

<sup>3</sup> Univ Bretagne Occidentale, Brest, France

<sup>4</sup> Service d'Ophthalmologie, CHRU Brest, France

<sup>5</sup> Centre de Morphologie Mathématique, 35, rue Saint-Honoré, 77305 Fontainebleau, France

<sup>6</sup> AP-HP, Hôpital Lariboisière, 2, rue Ambroise-Paré, 75475 Paris Cedex 10, France

<sup>7</sup> Evolucare, 60, route de Sartrouville, 78230 Le Pecq, France

E-mail: bruno.lay@adcis.net

**Mots clefs** : Ophtalmologie, Rétinopathie diabétique, Deep Learning, Analyse d'Image

### Objectifs

Le projet RetinOptIC effectue un dépistage massif des images couleur de la rétine en évaluant la qualité de l'image et le stade de la rétinopathie diabétique (RD). La performance de l'algorithme est évaluée sur la base de données images Messidor-2 qui a été constituée au cours d'un projet de recherche précédent.

### Méthodes

Basé sur des solutions d'intelligence artificielle (IA), le degré de rétinopathie diabétique est obtenu à l'aide de réseaux de neurones convolutifs (CNN). La solution comprend d'abord l'évaluation automatique de la qualité de l'image, puis ensuite la détermination du stade de RD.

Environ 10% des images acquises dans les réseaux d'e-médecine sont considérées comme non interprétables pour des raisons de qualité. La détection automatique de ces cas, soit pour acquérir à nouveau les images lorsque c'est possible, soit pour éviter une analyse inutile par des lecteurs spécialisés, est une étape importante pour améliorer les performances du réseau. Dans le cadre du projet, une solution basée sur l'IA est développée pour déterminer automatiquement si la macula et les vaisseaux connexes sont visibles, ainsi qu'une évaluation de la netteté globale de l'image, de la netteté locale et de la densité du réseau vasculaire.

Une fois que l'image capturée est considérée comme correcte, un ensemble de CNNs calcule le degré de rétinopathie diabétique. Contrairement aux solutions d'IA concurrentes, les CNN sont entraînés conjointement de telle sorte qu'ils sont complémentaires les uns des autres. L'ensemble des CNNs proposé a été entraîné sur plus de 80 000 images provenant de la base d'images OPHDIAT de l'AP-HP sur Paris. Grâce à une méthode de génération d'une carte de probabilité, les objets d'intérêt correspondants aux pixels les plus significatifs que chaque CNN détecte dans les images peuvent être superposés à l'image correspondante pour la visualisation des pathologies.

### Résultats

Le critère de qualité a été évalué sur 6098 images annotées par deux experts. La valeur de la sensibilité obtenue a été de 96,4%. Le stade la RD est obtenu en analysant la surface sous la courbe ROC qui atteint la valeur de 0.988 à partir de la base de données Messidor 2, en utilisant la vérité terrain de l'Université d'Iowa (sensibilité = 99,0% et spécificité = 87,0%).

Les résultats sont meilleurs que ceux des systèmes précédemment évalués dans les mêmes conditions. Il a été remarqué que chaque CNN co-entraîné se spécialise dans un type ou une catégorie de lésion. Par



conséquent, le système peut produire des cartes de probabilité spécifiques aux lésions, alors que les cartes de probabilité de CNN précédemment proposées ne permettaient pas de les différencier.

### **Conclusion**

L'ensemble des CNNs proposés, entraînés conjointement, améliore la détection automatique des RD de référence en ajoutant une évaluation de la qualité de l'image. Les résultats, plus précis, sont obtenus en moins d'une seconde, ce qui est significativement plus rapide que les systèmes concurrents. Les algorithmes sont en cours de marquage CE pour fournir un système entièrement automatique utilisable dans les hôpitaux, les cabinets privés d'ophtalmologie et les réseaux de dépistage massif.