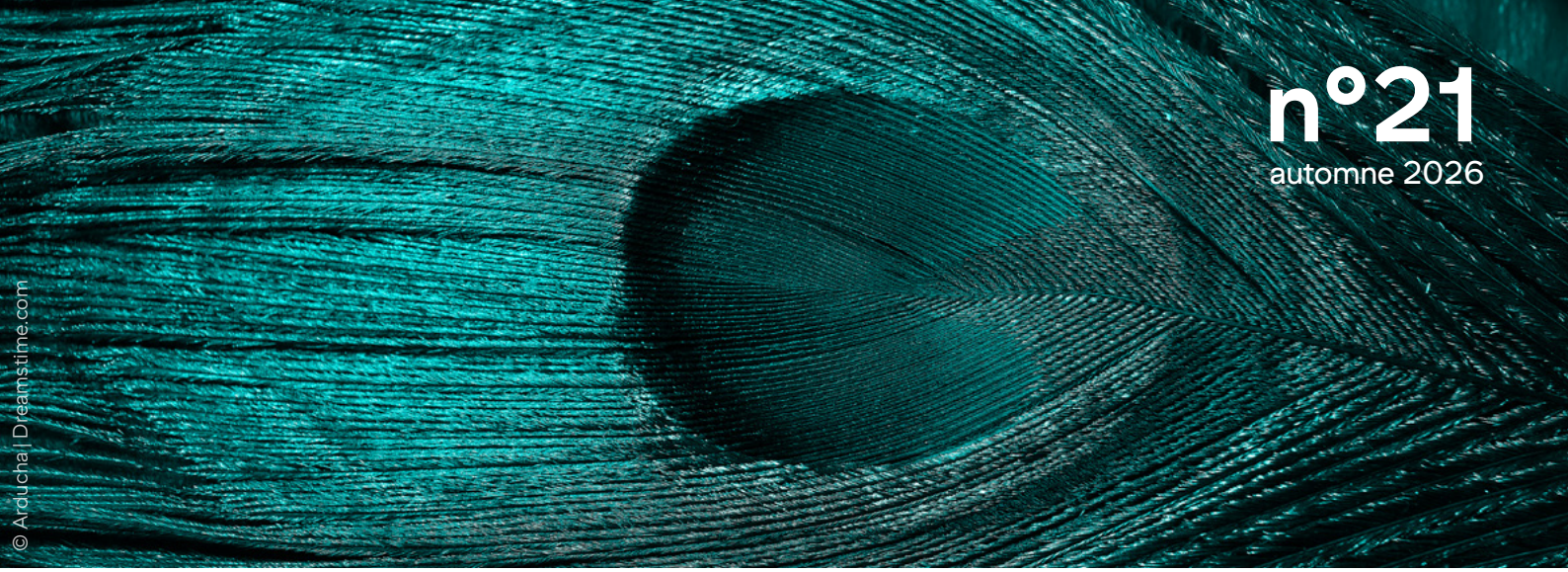


n°21
automne 2026

© Arduchal | Dreamstime.com

Une publication de la Faculté de biologie et de médecine de l'Université de Lausanne à l'intention des gymnases

échos du vivant

notre dossier: la vision

La vision en un coup d'œil

Les yeux sont nos organes de la vision, mais ils ne sont pas seuls à nous permettre de former des images et comprendre ce qui nous entoure. Car si «on ne voit bien qu'avec le cœur», comme le suggère le renard du *Petit Prince*, on voit aussi – et surtout – grâce au cerveau.

Prenons ce numéro d'Échos du vivant, que vous vous apprêtez à parcourir: distinguer ce feuillet et comprendre qu'en faire est le fruit d'une habile communication entre nos yeux et notre cerveau. Tout commence par la lumière réfléchie sur le papier, qui pénètre dans l'œil à travers la cornée, puis traverse différentes structures jusqu'à atteindre la rétine *(voir le schéma en page 2)*.

La rétine traite déjà l'image

Cette membrane qui tapisse l'intérieur du globe oculaire est constituée de couches de cellules, dont les photorécepteurs: les **bâtonnets** et les **cônes**. «Ce sont eux qui transforment la lumière en signaux électriques que le cerveau pourra interpréter», explique Jelena Potić, privat-docente et maître d'enseignement et de recherche à la Faculté de biologie et de médecine (FBM) de l'Unil, ainsi que médecin cadre à l'Hôpital ophtalmique Jules-Gonin. Ces signaux passent par différents neurones, dont les cellules ganglionnaires, qui transmettent à leur tour l'information visuelle au cerveau via le nerf optique. Certaines de ces cellules remplissent aussi un autre rôle *(lire l'article en page 3)*. «On compare souvent la vision à un appareil photo, mais la réalité est bien plus complexe. La rétine ne se contente pas d'enregistrer une image. Elle effectue déjà un premier traitement, en faisant ressortir les contrastes et en extrayant des données sur les couleurs, les formes et les mouvements.»

Observer les photorécepteurs en temps réel

En tant que médecin, c'est sous l'angle de la maladie que Jelena Potić s'intéresse à la rétine. «Les problèmes qui l'affectent sont délicats puisqu'elle contient des neurones, qui ne se régénèrent pas. Lors d'un **décollement de la rétine**, les photorécepteurs commencent à mourir après 12 heures seulement. Il faut donc opérer au plus vite, pour préserver au maximum la **macula** et la **fovéa**.»

Côté recherche, elle s'est penchée sur les changements anatomiques et fonctionnels lors d'un décollement. «J'ai la chance d'avoir accès à l'optique adaptative, une technologie qui, pour la première fois, permet de visualiser les photorécepteurs chez une personne vivante, à l'échelle du millième de millimètre.» La spécialiste en chirurgie rétinienne a ainsi pu suivre l'évolution des cônes après une opération et montrer que, même lorsque la macula n'a pas été directement touchée, ces cellules peuvent subir des modifications transitoires avant de retrouver peu à peu leur organisation. «Ces observations nous aident à mieux comprendre pourquoi la récupération visuelle peut être progressive et parfois incomplète, même après une intervention chirurgicale anatomiquement réussie.»

Aujourd'hui, Jelena Potić poursuit ses travaux avec l'optique adaptative afin d'étudier les modifications très précoces des photorécepteurs après une chirurgie rétinienne, à l'échelle de la cellule individuelle. «L'objectif serait d'identifier les personnes à risque de redécollement, qui touche 10% des individus opérés. Nous en sommes au stade de la recherche, mais cela pourrait un jour contribuer à une prise en charge plus personnalisée.»

Le cerveau décode progressivement et en réseau

Mais revenons à notre exemplaire d'Échos du vivant. La rétine a transformé la lumière en signaux électriques qui voyagent à présent dans nos nerfs optiques avant de passer notamment par le corps géniculé latéral, une première station de relais. «Dans cette zone, des neurones réagissent à ce qui apparaît à des endroits précis de notre champ de vision. En combinant leur activité, le système visuel commence ainsi à faire ressortir des éléments comme les contours et les changements de contraste», détaille David Pascucci, professeur assistant à la FBM, rattaché à la fois au Service de radiodiagnostic

Unil.

et radiologie interventionnelle du CHUV et au centre The Sense. Direction ensuite le cortex visuel primaire, situé dans le lobe occipital, où ces informations sont combinées. «Certains groupes de neurones sont par exemple sensibles à l'orientation des lignes, tandis que d'autres le sont davantage à la couleur ou au mouvement.» Le traitement se poursuit, entre autres, au sein de deux grandes voies visuelles: la voie ventrale, du *quoi* – «Tiens, c'est un numéro d'Échos du vivant!» – et la voie dorsale, du *où* et *comment* – «Il est posé devant moi, je peux le saisir puis le feuilleter.»

> «Près d'un tiers du cerveau est dédié à la vision.»
>
> David Pascucci
> CHUV & The Sense

En clair, à partir d'éléments simples, le cerveau en assemble progressivement de plus complexes. Et il n'existe pas *un* endroit où l'image apparaît soudainement; notre perception consciente résulte de l'activité coordonnée de multiples régions et réseaux. «Au total, près d'un tiers du cerveau est dédié à la vision!»

Notre perception: une construction

«De l'œil au cerveau, il y a une réélaboration massive de l'information, résume David Pascucci. À partir des signaux de la rétine, on considère ainsi que le cerveau construit notre perception.» Les illusions d'optique le montrent bien: même en sachant qu'une image est trompeuse, nous pouvons continuer à l'interpréter faussement et à percevoir des éléments absents (couleurs, mouvements, etc.). Cette construction dépend de nos attentes, nos objectifs, nos connaissances et expériences passées. Ainsi, sur un bureau encombré, vous repérerez plus facilement cette publication si vous savez à quoi elle ressemble et vous attendez à la trouver là.

L'impact du contexte

«Notre perception est également influencée par le contexte dans lequel apparaît une information visuelle: ce qui l'entoure dans l'espace et ce qui la précède ou la suit dans le temps. Cette idée est au cœur de mes recherches», explique David Pascucci. En laboratoire, le spécialiste en sciences cognitives étudie notamment, avec des volontaires, le *crowding* (ou encombrement visuel). Pour illustrer ce phénomène, il prend l'exemple d'un déménagement. «Un rouleau de scotch est facile à repérer lorsqu'il est seul sur le sol *(no crowding)*, plus difficile à trouver au milieu d'un amas de cartons *(crowding)*, mais redevient, étonnamment, plus facile à distinguer lorsque les cartons qui l'entourent sont organisés *(uncrowding)*.»

Pour étudier la manière dont le cerveau intègre l'information visuelle dans l'espace et dans le temps, David Pascucci combine aussi les expériences comportementales avec d'autres approches. «Nous utilisons par exemple l'électroencéphalographie pour relier les capacités visuelles de nos volontaires à la dynamique de leur activité cérébrale et comprendre pourquoi ces capacités varient.» Que ce soit dans certaines populations, comme les personnes atteintes de schizophrénie, chez une même personne au fil du temps ou encore d'un individu à l'autre. D'ailleurs, selon vous, l'image en première page est-elle… bleue ou verte?

en savoir plus

Entrevoir
Blog de l'Hôpital ophtalmique Jules-Gonin

Visions: un simulateur de vue
Application mobile pour se représenter comment une personne souffrant de déficiences visuelles voit son environnement

«Le bruit d'une rétine dégénérée»
Émission *CQFD*, RTS, 2026

«Votre rétine pourrait en dire long sur la façon dont vous vieillissez»
Article, *Femina*, 2026

«Plein la vue»
Podcast *On en parle* (5 épisodes), RTS, 2026

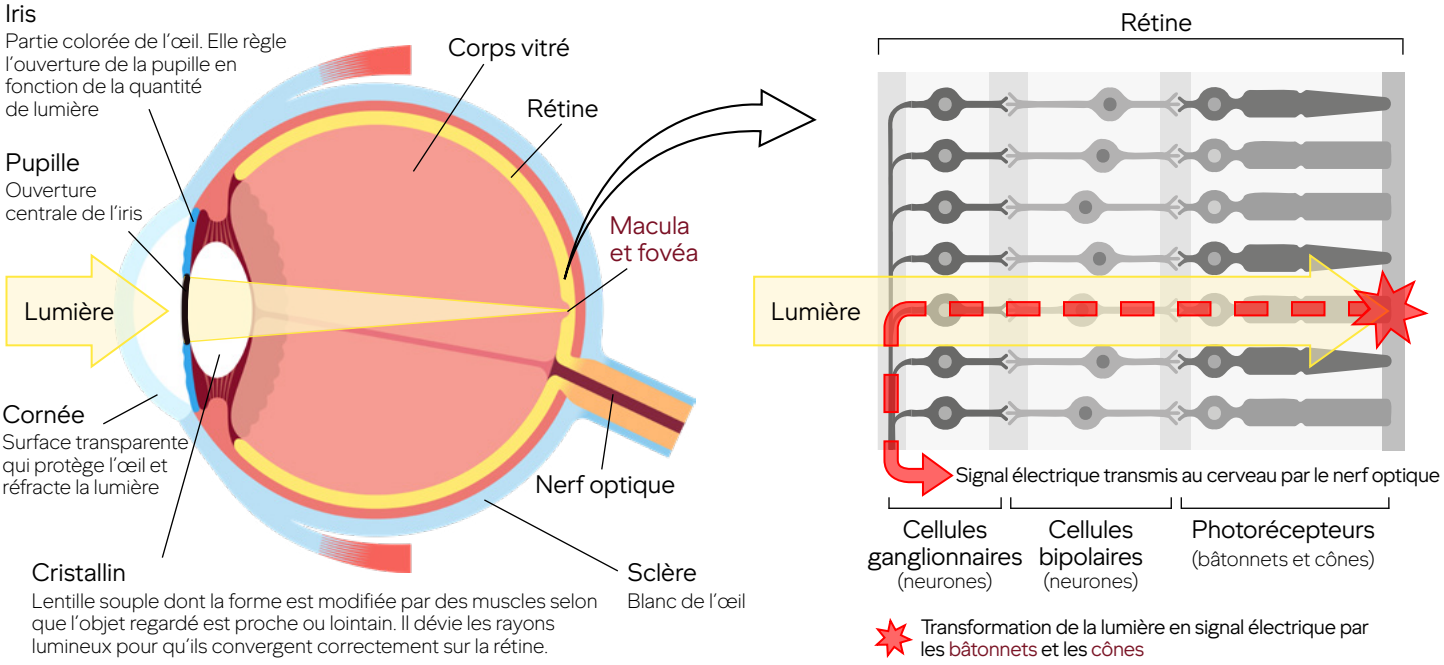
J'ai envie de comprendre… la vue
Ouvrage de Thomas J. Wolfensberger et Elisabeth Gordon, 2025 (éd. Planète Santé)

Notre cerveau nous joue des tours – Moi et mon cerveau
Documentaire de Vincent Amouroux, Arte, 2025

Un monde immense. Comment les animaux perçoivent le monde
Ouvrage d'Ed Yong, 2023 (éd. Les liens qui libèrent)

«Chronobiologie. Les 24 heures chrono de l'organisme»
Dossier web, Inserm, 2017 (mis à jour en 2026)

Le trajet de la lumière dans l'œil



glossaire

Bâtonnets et cônes
Photorécepteurs (cellules sensibles à la lumière) de la rétine qui transforment les rayons lumineux en signaux électriques. Les bâtonnets permettent de voir en cas de faible luminosité, tandis que les cônes assurent la vision des couleurs et contribuent à l'acuité visuelle lorsque la lumière est suffisante.

Biobanque
Structure qui centralise, conserve et gère des échantillons biologiques (sang, tissus, cellules, etc.), associés à des données, afin de permettre leur utilisation en recherche.

Cataracte
Opacification du cristallin, lentille transparente située à l'avant de l'œil. Moins de lumière parvient donc sur la rétine.

Décollement de la rétine
Séparation de la rétine de l'épithélium pigmentaire (paroi située à l'arrière de l'œil), qui prive les cellules d'un apport normal en oxygène et en nutriments. Il survient le plus souvent lorsqu'une traction du corps vitré sur la rétine provoque une déchirure. Du liquide peut alors s'infiltrer sous la rétine et la soulever. L'âge, une forte myopie ou un traumatisme oculaire sont les principaux facteurs de risque. Non traité, il peut entraîner la cécité.

Horloge circadienne/interne
Horloge innée présente chez la très grande majorité des êtres vivants, des plantes aux humains, qui rythme les fonctions de l'organisme sur un cycle d'environ 24 heures. Elle est notamment synchronisée avec le cycle solaire, repère externe, grâce à l'alternance entre lumière et obscurité perçue par les yeux.

Lumière bleue
Portion de la lumière visible par l'humain, caractérisée par une longueur d'onde courte. Le Soleil en est la principale source; elle est aussi produite par les ampoules à LED et les écrans.

Macula et fovéa
La macula est la zone située au centre de la rétine, responsable de la vision fine et précise des détails, des formes et des contrastes. Sa région centrale, appelée fovéa, est constituée exclusivement de cônes et correspond à la zone d'acuité visuelle maximale.

Mélatonine
Hormone qui participe à la régulation du cycle veille-sommeil et à la préparation au sommeil.

La rétine met les pendules à l'heure

Les yeux ne servent pas qu'à voir. Ils régulent aussi notre horloge interne et influencent donc indirectement le sommeil, les hormones ou encore le cœur.

Avec l'aube vient le moment de quitter Morphée, alors qu'au crépuscule on se prépare à accueillir le marchand de sable. Le tout grâce à la rétine, qui indique à l'organisme s'il fait jour ou nuit. Au-delà de son rôle dans la vision, elle cale l'**horloge circadienne** sur l'alternance entre lumière et obscurité. Cette synchronisation permet à notre corps de s'adapter aux moments de la journée: «Elle favorise l'éveil et la vigilance le jour et la récupération la nuit, tout en régulant des processus biologiques comme le rythme cardiaque, la production hormonale ou la digestion, détaille Aki Kawasaki, professeure associée à la Faculté de biologie et de médecine de l'Unil et responsable de l'Unité de neuro-ophtalmologie de l'Hôpital Jules-Gonin. Elle est aussi essentielle pour fonctionner en tant que société: nous avons collectivement adopté un rythme où la journée est consacrée aux activités et la nuit au repos.»

> «Les cellules capables de capter la lumière sont apparues bien avant les systèmes permettant de former des images.»
>
> Aki Kawasaki
> Hôpital ophtalmique
> Jules-Gonin

Garder le tempo

Cet ajustement de l'horloge circadienne, innée, au cycle jour-nuit se joue dans la rétine, qui contient des cellules ganglionnaires capables de détecter directement la lumière grâce à un pigment photosensible, la mélanopsine. Ces cellules transmettent, sans que cela nécessite obligatoirement une vision consciente, des informations sur la quantité de lumière reçue à l'hypothalamus, qui indique au corps s'il doit se mettre en mode jour ou nuit. Elles contribuent aussi à déterminer la saison: chez certains animaux, ces signaux déclenchent l'hibernation ou la reproduction.

«Cette fonction est très ancienne, note Aki Kawasaki. Les cellules capables de capter la lumière pour que l'organisme perçoive l'alternance jour-nuit sont apparues bien avant les systèmes permettant de former des images. Ce qui témoigne de l'importance de la lumière et du cycle solaire dans l'évolution des espèces.»

Lumière bleue et écrans

La mélanopsine est particulièrement sensible aux longueurs d'onde courtes, notamment le bleu. «Le problème n'est pas la **lumière bleue** en soi, mais le moment où nos yeux la reçoivent.» En journée, elle constitue un signal puissant indiquant au cerveau qu'il faut être éveillé. En revanche, le soir, elle dupe la rétine, qui envoie le message «il fait encore jour» et retarde ainsi des signaux biologiques associés à la nuit, comme la production de **mélatonine**. Mais le sommeil n'est pas seul concerné: «Une perturbation répétée de cette synchronisation peut affecter toute notre physiologie! insiste la neuro-ophtalmologue. Il s'agit donc de donner à nos yeux des informations cohérentes: profiter de la lumière du Soleil en journée et, lorsque la nuit approche, réduire les éclairages intenses, utiliser les filtres anti-lumière bleue de nos téléphones et ordinateurs. Idéalement, il faudrait se passer d'écrans une heure avant le coucher.»

Fonctions non visuelles, mais essentielles

Aki Kawasaki s'est intéressée aux impacts d'une diminution chronique de lumière liée aux maladies ophtalmologiques. «Nos études suggèrent par exemple que les **cataractes**, qui absorbent une partie de la lumière bleue, peuvent influencer le sommeil et le bien-être en général. Nous abordons souvent les troubles oculaires sous l'angle de la vision, mais il est important de rappeler que l'œil remplit des fonctions non visuelles. L'exposition à la lumière, tant en termes de durée que de temporalité, a des effets sur le corps entier.»

le chiffre

Part des quelque deux millions de cellules ganglionnaires présentes dans nos deux yeux qui informent le cerveau sur la luminosité ambiante. Une toute petite minorité de cellules suffit ainsi à synchroniser notre horloge interne avec le cycle jour-nuit.

1%

Michaël Nicolas

Responsable scientifique à l'Hôpital ophtalmique Jules-Gonin (HOJG)

Votre parcours vous a mené de la biologie à l'oncologie, puis à l'industrie pharmaceutique et enfin à l'ophtalmologie. Qu'est-ce qui a guidé ces étapes ?
J'ai fait mes études à l'Unil, où j'ai consacré mon master au virus responsable du cancer du col de l'utérus, puis ma thèse au rôle de NOTCH1 dans le cancer de la peau. J'ai découvert que cette protéine pouvait favoriser les tumeurs ou au contraire les freiner, une découverte inédite à l'époque. Ces travaux m'ont amené aux cellules souches de la peau, un domaine que j'ai approfondi durant un postdoctorat à l'EPFL. La fin de cette expérience a été déstabilisante : le financement de mon poste n'a finalement pas pu être assuré. Il a donc fallu rebondir. J'ai rejoint une entreprise biopharmaceutique avant qu'un ophtalmologue ne me propose de créer un groupe de recherche sur les cellules souches oculaires à l'Hôpital Jules-Gonin. Mes choix ont été guidés par le désir de comprendre, plus que par celui d'évoluer dans un domaine en particulier.

Depuis votre arrivée à l'Hôpital ophtalmique en 2009, vous avez endossé de multiples casquettes.
J'ai notamment été «lab manager», «biosafety officer» et en charge de l'animalerie, tout en assurant, jusqu'à fin 2025, la responsabilité scientifique de la **biobanque** de l'institution. Depuis début 2026, je suis adjoint à la direction de la recherche, où je soutiens les équipes en coordonnant les échanges avec les responsables de groupes et en suivant leurs projets et financements.

Vous êtes aussi, depuis 2015, responsable scientifique de la banque des yeux. Quel est votre rôle?
Nous préparons les greffons cornéens destinés aux transplantations. Lorsqu'une personne décède au CHUV et qu'un don est possible, le tissu est prélevé puis nous l'évaluons, le conservons et le livrons principalement à l'Hôpital ophtalmique, mais aussi dans différents autres hôpitaux. J'interviens à toutes les étapes, mais veille surtout à la qualité, à la traçabilité et au respect des exigences légales. «Banque des *yeux*» est un nom historique : seules les cornées sont prélevées, pas les globes oculaires! Cette confusion contribue certainement au manque de dons. Nous fabriquons

Photo: Felix Imhof © Unil

aussi des gouttes pour les yeux personnalisées à partir du sang des patients. Considérées comme des médicaments, elles nécessitent un important suivi réglementaire.

Au regard de votre expérience, un conseil à donner?
Les études de biologie sont les plus passionnantes qui soient, mais il faut ensuite savoir faire preuve de résilience, s'adapter à la réalité du monde du travail et rester ouvert. J'ai su saisir les opportunités pour réussir à créer mon poste actuel. Quand on est passionné, on se débrouille toujours!

Contact: michael.nicolas@alumnil.unil.ch
Banque des yeux de l'HOJG: ophtalmique.ch/banque-des-yeux
Biobanque de l'HOJG: ophtalmique.ch/biobanque

Retrouvez les parcours de diplômé·es de la Faculté de biologie et de médecine de l'Unil sur:
unil.ch/echosduvivant/la-fbm-et-apres

contacts pour ce numéro

Jelena Potić
jelena.potic@fa2.ch

Aki Kawasaki
aki.kawasaki@fa2.ch

David Pascucci
david.pascucci@unil.ch
(en anglais)

Disposé·es à répondre à vos questions. Possibilité d'intervention en cours ou d'accueil d'une classe dans les laboratoires. Sous réserve de disponibilité.

matériel pédagogique

Pour faciliter l'utilisation d'Échos du vivant en classe, des activités que vous pourriez réaliser avec vos élèves sont téléchargeables depuis unil.ch/echosduvivant/pedagogie (espace réservé aux enseignant·es)

Pour vous abonner à cette newsletter et consulter tous les numéros:
unil.ch/echosduvivant

impressum

Une publication de la Faculté de biologie et de médecine de l'Université de Lausanne

Rédaction : Mélanie Affentranger

Mise en page : Marité Sauser, Mélanie Affentranger

Correction : Marco Di Biase

Comité rédactionnel : Mélanie Affentranger, Angela Ciuffi, Sveva Grigioni Baur, Solange Grosjean, Manuela Palma de Figueiredo et Claudio Sartori

Adresse de la rédaction :
Unil-FBM, Unité de communication
Quartier Unil-CHUV
rue du Bugnon 21
1011 Lausanne

Contact : echosduvivant@unil.ch

Imprimé sur papier 100% recyclé

Unil.