



Ressources pour la classe de première générale et technologique

Sciences de la vie et de la Terre

Série S – De l'œil au cerveau

Ces documents peuvent être utilisés et modifiés librement dans le cadre des activités d'enseignement scolaire, hors exploitation commerciale.

Toute reproduction totale ou partielle à d'autres fins est soumise à une autorisation préalable du Directeur général de l'enseignement scolaire.

La violation de ces dispositions est passible des sanctions édictées à l'article L.335-2 du Code de la propriété intellectuelle.

septembre 2011

THÈME 3C- DE L'ŒIL AU CERVEAU : QUELQUES ASPECTS DE LA VISION

Ce thème s'inscrit dans une double cohérence de construction de la culture scientifique des élèves de première S : cohérence avec l'enseignement de Sciences Physiques où sont étudiées les notions d'optique de la vision, mais surtout avec le thème du programme de SVT traitant de l'expression, de la variabilité et de la variation du programme génétique. Les élèves remobiliseront et enrichiront leurs acquis notamment grâce à l'étude du cristallin et des pigments rétiniens. Cette thématique permet aussi de faire connaître certaines des caractéristiques du fonctionnement cérébral :

- les interactions entre les aires cérébrales y compris celles impliquées dans la mémoire
- la plasticité cérébrale étudiée ici pour son importance dans l'élaboration du phénotype fonctionnel de la vision à partir de structures cérébrales innées.

Enfin, ce thème permet d'explicitier un certain nombre de questions de santé, proche des préoccupations des élèves, des défauts optiques de la vision aux effets de certaines substances psychotropes en passant par les anomalies de perception des couleurs.

Les éléments proposés dans ce document, sans prétendre à l'exhaustivité sur le sujet, permettront aux enseignants de disposer de ressources dont ils pourront choisir celles s'adaptant au mieux à leur projet pédagogique et aux compétences qu'ils veulent faire travailler aux élèves.

PISTES D'ACTIVITÉS ENVISAGEABLES

- Réaliser une dissection d'un œil (lapin, thon, saumon) afin de localiser le cristallin
- Construire une maquette de l'œil en lien avec la dissection afin montrer les relations entre les différentes parties de l'œil
- Utiliser un logiciel afin de montrer le rôle du cristallin (logiciel l'œil et la vision de Perez)
- Réaliser l'expérience historique de Mariotte afin de comprendre l'organisation de la rétine et le départ du nerf optique
- Observer au microscope une coupe de rétine afin de comprendre son fonctionnement
- Étudier des lésions cérébrales afin de mettre en évidence le rôle de différentes aires corticales du cortex visuel
- Visualiser les cônes et les bâtonnets en 3D afin de montrer que ce sont des cellules (logiciel l'œil et la vision de Perez)
- Comparer les gènes des opsines afin de comprendre l'origine d'une famille multigénique (Anagène)
- Comparer les gènes des opsines des primates afin de placer l'homme au sein de ce groupe (Phylogène)
- Comparer le LSD et la Sérotonine avec le logiciel Rastop afin de comprendre le mode d'action d'une drogue
- Utiliser un logiciel en ligne afin de comprendre que l'élaboration d'un message dépend de l'interaction de plusieurs aires corticales
- Utiliser un logiciel afin de localiser et de comprendre le fonctionnement du système de récompense (logiciel : système de récompense)
- Utiliser un logiciel pour mettre en évidence la construction d'images par le cerveau à partir de données incomplètes (logiciel de visu, rubrique « Images hybrides et tache aveugle »)
- Mettre en évidence le rôle des photorécepteurs dans la vision des couleurs en utilisant comme support des données relatives au daltonisme et le logiciel de modélisation De visu (INRP)
- Analyse de documents et comparaison de séquences d'allèles normaux et mutés d'opsines afin de mettre en évidence le déterminisme génétique de la vision des couleurs (logiciel d'analyse de séquences type Anagène)
- Utiliser la banque NeuroPeda et le logiciel EduAnatomist (INRP) afin de localiser les voies visuelles par rapport aux autres structures cérébrales, en complément d'études de lésions cérébrales associées à des déficits visuels

- Utiliser la banque NeuroPeda et le logiciel EduAnatomist (INRP) afin de mettre en évidence les aires corticales impliquées dans la vision
- Réaliser un travail interdisciplinaire dans le cadre de l'histoire des arts dans la thématique **Art et sciences** en lien avec la vision du monde et le fonctionnement du système nerveux. Dans ce travail, on pourra s'intéresser à :
 - l'imagerie d'Épinal
 - l'art cinématique
 - le surréalisme
 - l'art de la Renaissance
 - L'étude de la conception des dessins animés et de la persistance visuelle

Des œuvres liant arts et neurosciences peuvent servir de support pédagogique comme :

Mise en évidence de la plasticité cérébrale : Anton Räderscheidt : artiste peintre allemand qui réalisa des autoportraits consécutifs à un accident cérébral ayant lésé le lobe pariétal de l'hémisphère cérébral droit. On voit que l'artiste a recouvré progressivement et complètement ses capacités au bout de neuf mois.

Le pointillisme : Un dimanche à la grande Jatte (1884/1886) peint par Georges Seurat (1859-1891). « Le peintre recouvre toute la surface de nuées de petits points de couleur. Désormais il fallait reculer de quelques pas pour discerner ce qu'il représentait. Le peintre venait de découvrir « la formule optique » [...] Il avait passé l'été à lire l'ouvrage spécialisé : « De la loi du contraste simultané des couleurs » (1839) du chimiste Eugène Chevreul, ainsi que la « Théorie scientifique des couleurs » du physicien new-yorkais Ogden Nicholas Rood, parue en France en 1881. Il y avait lu que les couleurs atteignent la rétine sous forme de radiations lumineuses de longueur d'onde différentes et que c'est l'œil qui en fait la synthèse. Il s'efforça alors de tirer les conséquences de ce phénomène. [...] il applique les couleurs fondamentales sous forme de points juxtaposés sur la toile. C'est la rétine du spectateur qui doit alors opérer la fusion afin de percevoir la nuance recherchée. Seurat [...] s'efforçant d'adapter les résultats de la recherche scientifique dans son travail. »

Extrait de « *Les dessous des chefs-d'œuvre* » par Rose Marie et Rainer Hagon (ed. Taschen).

Voir aussi :

CHANGEUX, Jean-Pierre. Du vrai, du beau, du bien – une nouvelle approche neuronale. O. Jacob sciences, 2008

Lien entre neurosciences et arts (entre autres). Ouvrage écrit à partir des enseignements au Collège de France.

DIEGUEZ, Sébastien. Maux d'artistes : ce que cachent les œuvres. Bibliothèque Pour La Science, 2010

Séries d'essais visant à éclairer les liens entre des œuvres et les neurosciences, la psychologie, la psychiatrie et la psychopathologie.

Une présentation de l'ouvrage sur Universciences.tv : www.universcience-vod.fr

BIBLIOGRAPHIE

► LIVRES

RICHARD et ORSAL. Neurophysiologie tome 1 : physiologie cellulaire et systèmes sensoriels. Dunod, 2000 (ISBN2-10-005016-8)

Un chapitre sur les systèmes sensoriels en général et sur la vision. Les explications sont à la fois simples et détaillées.

TANZARELLA, Stéphane. Perception et communication chez les animaux. De Boeck éd., 2006 (ISBN2-8041-4896-6)

Partie bien développée concernant la vision, traitée cependant du point de vue de la perception essentiellement. Les liens entre vision des couleurs et évolution sont abordés. L'ensemble du règne animal est étudié.

GREGORY, Richard L. L'œil et le cerveau. De Boeck université éd., 2000 (ISBN 2-74445-0967-4)

L'ensemble des aspects de la vision, traités au programme de première S, est abordé, en dehors de l'aspect évolutif. La plasticité cérébrale et l'apprentissage sont détaillés à l'aide d'exemples cliniques nombreux. Enfin, une partie bien documentée, sur l'art et les illusions d'optique, peut permettre d'approfondir le sujet avec les élèves.

PURVES & al. Neurosciences. De Boeck université éd, 2005 (ISBN 2-8041-4797-5)

Un livre de référence concernant les neurosciences, avec de nombreuses figures. Peu de détails cependant concernant le circuit de la récompense.

Ouvrage collectif. Vie sexuelle : des molécules aux comportements. CNRS, INSERM, APBG, 2008

Sexualité et adolescence, la différenciation sexuelle, régulations hormonales de la reproduction et des comportements, les perturbateurs endocriniens et la fertilité, le cerveau a-t-il un sexe ? Plasticité cérébrale, mise en place du système nerveux.

BOISACQ-SCHEPENS & CROMMELINCK. Neurosciences. Dunod, 2000 (ISBN 2 10 048332 3)

Une partie détaillée concernant la vision ; différents aspects du circuit de récompense sont abordés (renforcement cérébral) ; lecture aisée et agréable ; peu de figures cependant.

GAZZANIGA, IVRY, MANGUN. Neurosciences cognitives, la biologie de l'esprit. De Boeck Université, 2001

Chapitres sur la perception et l'encodage, sur le développement et la plasticité.

Ouvrage collectif. Drogues et toxicomanie – neurobiologie, épidémiologie. Nathan INSERM, 1993

SALOMON, Lucas. Cerveau, drogues et dépendances. Belin, Bibliothèque Pour la Science, 2010

Effets des drogues sur le cerveau.

Quelques livres de physiologie de référence peuvent permettre de disposer des informations de base, en particulier concernant la vision :

SCHMIDT, Robert. F. En bref ... physiologie. De Boeck université éd., 1999 (ISBN 1373-0185)

Vue synthétique concernant la perception et en particulier la vision, présentation rapide du circuit dopaminergique et des phénomènes de dépendance. Nombreuses figures, détaillées et faciles à lire.

MARIEB, Elaine N. Anatomie et physiologie humaine Pearson éducation ed., 2005 (ISBN 2-7440-7118-8)

TORTORA & DERRICKSON. Principes d'anatomie et de physiologie, De Boeck université éd. , 2007 (ISBN 978-2-8041-5379-3)

RICHARD D. & al. Physiologie animale tome 2. Nathan université, 1998

Partie détaillée sur la vision (pas d'aspect évolutif cependant). Le système de récompense n'est pas abordé

SHERWOOD L. Physiologie humaine. De Boeck Université, 2000 (ISBN 2-7445-0046-1)

Partie sur la vision illustrée de nombreux schémas simples et de photographies en microscopie, réutilisables en classe.

► REVUES

Pour la Science

Auteur inconnu. Dopamine et comportement. Pour la Science, avril 1996, n°222
Étude du fonctionnement du circuit de la récompense par la perturbation spécifique de certains récepteurs à la dopamine

DELCOURT, Cécile. Les troubles de la vision liés à l'âge. Pour la Science, février 2002, n°292
Explication de l'origine des troubles de la vision liés à l'âge ; nombreuses figures très claires

ROUSSEAU, Pascal. L'œil de Delaunay crée des couleurs. Pour la Science, mars 2004, n°317
Art et vision

NESTLER, Eric & MALENKA, Robert. Les drogues et le cerveau. Pour la Science, avril 2004, n°318

Une consommation répétée de drogue modifie le « circuit cérébral de la récompense ». Les neurobiologistes précisent les changements moléculaires qui sous-tendent l'addiction

ALLEN, John & al. La structure du cerveau humain. Pour la Science, août 2004, n°322
Revue des différentes techniques pour l'observation fonctionnelle du cerveau ; pas de travaux particuliers sur la vision

NICOLL, Roger & ALGER, Bradley. Du Cannabis dans le cerveau. Pour la Science, janvier 2005, n°327

Étude de substances endogènes, similaires aux molécules psychoactives du cannabis et rôle dans le système de récompense

DE GELDER, Béatrice. La vision inconsciente des aveugles. Pour la Science, décembre 2010, n°398

Certaines personnes souffrant de cécité ont une « vision aveugle » : sans le savoir, elles se déplacent en évitant les obstacles. Une structure cérébrale participe à cette vision inconsciente

Dossiers Pour la Science

La couleur. Pour la Science, avril 2000, n°27

Un ensemble d'articles au sein d'une rubrique intitulée « percevoir les couleurs »

1. NATHANS, Jeremy. La génétique des couleurs

Un article très complet concernant le déterminisme génétique de la vision des couleurs, les anomalies de vision des couleurs et l'évolution de la vision des couleurs au sein des primates

2. LANTHONY, Philippe. Les peintres et les anomalies de la vision

3. BROU, Philippe & al. Des illusions de couleur

Étude de la perception des couleurs, du rôle joué par l'environnement, l'éclairage de l'objet et par la mémoire de l'individu

4. ZEKI, Sémir selon LAND, Edwin. La vision des couleurs

Vision des couleurs et photographie

5. ZEKI, Sémir. Les images visuelles

Étude du fonctionnement du cortex visuel et des cécités liées à un dysfonctionnement de ce dernier

Les illusions des sens. Pour la Science, avril-juin 2003, n°39

Présence d'un ensemble d'articles relatifs aux illusions visuelles : le tableau mouvant, les illusions de contraste, transparence et apparence des couleurs, jeux de couleurs, le combat des hémisphères, voir avec les oreilles, faux mouvements, illusions géométriques, illusions animales, l'art de l'illusion, les réseaux se font des illusions, voir sans voir.

La Recherche

DAHM, Ralf. L'étrange transparence du cristallin. La Recherche, mars 2004, n°373
www.larecherche.fr

L'article décrit l'organisation cellulaire du cristallin. L'origine et la différenciation des cellules du cristallin ainsi que leur apoptose inachevée expliquent la transparence du cristallin et ainsi son rôle dans la vision.

BLOND, Olivier. La vision, La Recherche, juin 2005, n°387 : www.larecherche.fr

L'article décrit comment un objet est perçu, de la stimulation des photorécepteurs au traitement par les différentes parties du cortex visuel. Les anomalies de la vision et la vision du bébé sont aussi envisagées.

Collectif. Comment notre cerveau apprend, La Recherche, février 2011, n°449

Ce dossier, constitué de 4 articles, met en évidence les prédispositions du cerveau humain et sa plasticité dans divers apprentissages. Deux articles portent sur la lecture et la reconnaissance des mots.

Le premier article est un entretien avec Stanislas DEHAENE correspondant à une discussion concernant les prédispositions du cerveau humain pour l'apprentissage et sa grande plasticité mise en évidence lors de l'apprentissage de la lecture. En effet, il n'existe pas de module cérébral spécialisé dans la lecture comme il semble en exister dans la reconnaissance des visages.

Le second article, écrit par Jacques ABADIE, traite de l'apprentissage de la lecture et de la restructuration profonde des aires cérébrales qu'elle induit. Cet article mentionne les différents protocoles et résultats obtenus par des équipes ; certaines illustrations peuvent facilement être réutilisées en cours.

Autres articles de revues scientifiques

TASSIN, Jean-Pol. La sexualité entre processus neurobiologiques et perceptions psychiques : Le rôle du circuit de la récompense. Neuropsychology, 2005, vol. 4, no4, pp. 142-144

Article téléchargeable en ligne à l'adresse : <http://cat.inist.fr>

MANCUSO & al, Katherine. Gene therapy for red-green colour blindness in adult primates. Nature, 8 octobre 2009, 461, pp. 784-787 – article consultable en ligne à l'adresse : www.nature.com/nature

Exemple de thérapie génique permettant de soigner le daltonisme, appliqué à des singes adultes. Un résumé associé à un film est également accessible gratuitement à l'adresse : www.nature.com/news (« Colour blindness corrected by gene therapy »)

Le cerveau numérique : projet Blue brain. Sciences & avenir, février 2011, 768, pp. 46-57

Dossier documentaire réalisé par deux journalistes, qui pourrait donner lieu à une étude durant l'accompagnement personnalisé, les élèves étant intéressés par cette thématique.

ROSSION, Bruno. La reconnaissance des visages. Cerveau et Psycho, février 2008, n°25

Présentation de « l'état de l'art » concernant les mécanismes neuropsychologiques impliqués dans la reconnaissance des visages. Présentation détaillée d'un cas clinique et des différents protocoles expérimentaux mis en œuvre.

Cours du collège de France, sous la direction de Stanislas DEHAENE. Les mécanismes cérébraux de la lecture (archives 2006 – 2007)

Les cours peuvent être écoutés en ligne et les documents sous format PDF correspondant aux résumés du cours et aux documents visuels associés peuvent être téléchargés à l'adresse : www.college-de-france.fr/default/EN/all/psy_cog

Le résumé permet d'aborder les mécanismes fondamentaux de la lecture et en particulier les modalités de reconnaissance d'un mot et les aires cérébrales impliquées.

Les documents visuels associés au cours « vers la physiologie de la lecture 1 » permettent de mettre en évidence les aires cérébrales impliquées dans la reconnaissance des mots et la lecture ; les documents visuels associés au cours « l'apprentissage de la lecture et ses

perturbations » permettent de mettre en évidence la plasticité cérébrale au cours de l'apprentissage de la lecture en général, chez un patient présentant des lésions dans la région cérébrale impliquée dans la reconnaissance des mots et chez des patients dyslexiques en cours de rééducation.

SITOGRAPHIE

► RESSOURCES DES SITES ACADÉMIQUES

L'œil : site très complet sur l'organisation de l'œil www.ac-rennes.fr/pedagogie/svt
(applications multimédias/organisation de l'œil)

Description très détaillée avec photos de la dissection d'un œil de thon

Photos de coupes de rétine : Homme, oiseaux, grenouille, poisson

L'élève peut effectuer un zoom sur les coupes et afficher des légendes ou revoir le protocole de dissection.

L'organisation d'un nerf : www.ac-rennes.fr/pedagogie/svt
(applications multimédias/organisation du nerf de veau)

L'élève peut effectuer des zooms et afficher des légendes d'un nerf en coupes transversale et longitudinale.

Exercice en ligne sur les centres nerveux <http://pedagogie.ac-amiens.fr/svt/info/logiciels/animneuro>
(les aires corticales)

Animation sur les centres nerveux et exercice en ligne réalisable par les élèves sur le trajet du message nerveux entre les différentes aires corticales.

Animations sur les structures et le fonctionnement de l'œil

www.discip.crdp.ac-caen.fr/svt/pages/lycee/premieres/11/vision/accueilvision.php

Chaque lien permet de visualiser des animations où l'élève est actif, car celles-ci sont présentées comme des exercices à réaliser en ligne.

La perception visuelle : <http://acces.inrp.fr/acces/ressources/neurosciences> (vision/vision scientifique)

Ensemble d'articles scientifiques complets destinés aux enseignants du second degré.

Proposition d'un exemple de démarche d'investigation pluridisciplinaire : SVT - mathématiques – SPC

<http://eductice.inrp.fr/EducTice/projets/dies/p2s/demarche-dinvestigation> (exemples/myopie)

Démarche d'investigation réalisée dans le cadre d'une expérimentation (option sciences en classe de seconde, pratiques scientifiques en seconde, académie de Lyon) : comment corriger une myopie ?

La vision : construction d'une image par le cerveau ; daltonisme

<http://lycees.ac-rouen.fr/cailly/Accueil/enseignement/SVT/Retinev5/oeil/pagedegarde.htm>

Site du lycée de la vallée du Cailly, académie de Rouen

Description complète et détaillée des différentes structures impliquées dans la construction d'une image. Explication très bien faite concernant le daltonisme.

Étude de la famille multigénique des opsines

www.inrp.fr/Acces/biotic/evolut/mecanismes/opsines/accueil.htm

Cet ensemble de données, associé à une proposition d'activité permet de mettre en évidence l'existence d'une famille multigénique et d'étudier, à partir de cette famille multigénique, la place de l'Homme parmi les primates.

Propositions de pistes d'activités liées au nouveau programme :

www2.ac-lyon.fr/enseigne/biologie (ressources pédagogiques)

Les ressources ont été produites par des enseignants formateurs et seront enrichies dans le courant de l'année.

► SITES DE RESSOURCES SCIENTIFIQUES

Œil et physiologie de la vision : <http://lodel.irevues.inist.fr>

De très nombreux articles publiés en ligne concernant la physiologie de la vision, les moyens d'étude de celle-ci, différentes anomalies de la vision ainsi qu'une étude comparée de la vision chez les Vertébrés.

Anatomie comparée et évolution du système visuel primaire des Vertébrés

www.snv.jussieu.fr/bmedia/PetitBuffon/clairambault/clair

Comparaison de la vision chez les Téléostéens, la grenouille et la souris avec des photos de coupes de rétines.

Animation en ligne sur le trajet du message nerveux le long des voies visuelles (directe et indirecte).

Banque de données sur les anomalies de la vision et les techniques chirurgicales : www.myopie-lasik

Photos et schémas d'opérations chirurgicales afin d'expliquer les techniques qui permettent de corriger parfois les anomalies de la vision.

Anomalies de la vision : <http://acces.inrp.fr/acces/ressources/neurosciences/vision>

Proposition d'étude de cas d'anomalies de la vision afin de mieux aborder et comprendre les problèmes de vision.

Neurosciences et apprentissage : <http://acces.inrp.fr/acces/ressources/neurosciences>

Accès en ligne à deux sessions de conférences organisées dans le cadre de la formation « Neurosciences et apprentissages », par l'équipe ACCES de l'INRP sous la direction de Françoise Jauzein.

Banque de données sur le fonctionnement du cerveau ; vision et système de récompense :

<http://lecerveau.mcgill.ca> (niveau intermédiaire)

Site interactif canadien très complet, en français et en anglais, composé de textes et de schémas explicatifs.

Plusieurs sujets sont proposés ; à chaque fois, trois niveaux d'explication sont possibles (débutant, intermédiaire, avancé) et des études à différents niveaux d'organisation du vivant sont illustrés (social (société) / psychologie (individu) / cérébral / cellulaire / moléculaire). De nombreux liens sont par ailleurs présents.

Attention cependant, la partie concernant l'évolution suggère une évolution dirigée vers un progrès du système nerveux...

- Vision : <http://lecerveau.mcgill.ca> (« Les détecteurs sensoriels », niveau avancé)
- Système de récompense : <http://lecerveau.mcgill.ca> (« Le plaisir et la douleur », niveau avancé)

Évolution du système nerveux (phylogénie et évolution du système nerveux) :

<http://acces.inrp.fr/acces/ressources/neurosciences>

Présentation très complète de l'évolution du système nerveux.

Circuit de la récompense : http://psychobiologierouen.free.fr/?page_id=40

Fichier sous format PDF initialement destiné aux étudiants de l'université de Rouen

Présentation intéressante des mises en évidence expérimentales du circuit de la récompense.

Vaccin anti-addiction : <http://acces.inrp.fr> (mots clefs : vaccin anti-addiction)

Le but de tels vaccins est d'empêcher la substance active d'agir et de déclencher le système de récompense. Le principe est de faire produire des anticorps dirigés spécifiquement contre les substances actives

INPES – drogues et dépendances : www.drogues-dependance.fr

Document synthétique, accessible pour les élèves.

Atlas numérique de l'encéphale « The whole brain atlas » : www.med.harvard.edu/AANLIB/home.html

De nombreuses données, dont des données sur des maladies du système nerveux.

Guide d'utilisation en ligne : <http://acces.inrp.fr> (mots clefs : guide WBA)

► SITES D'ANIMATIONS OU D'EXERCICES EN LIGNE

Site biologie en flash dont des animations sur l'œil, les lobes du cerveau et le cerveau

<http://www.biologieenflash.net/sommaire.html>

Pour légènder les différentes parties d'un œil ou les aires corticales.

Site : Librairie des molécules, pour les visualiser à l'aide du logiciel RasTop (LSD, sérotonine, ...)

<http://librairiedemolecules.education.fr>

► LOGICIELS

De visu INRP

http://acces.inrp.fr/acces/ressources/neurosciences/vision/de_visu/logiciel-de-visu-1

Logiciel très complet permettant de comprendre les mécanismes de vision des couleurs, les anomalies de vision des couleurs, d'étudier la famille multigénique des opsines ainsi que la structure de la Rhodopsine et de pratiquer un test de la vision des couleurs. Par ailleurs, certains modules permettent de mettre en évidence la plasticité du cerveau, en particulier son pouvoir reconstituteur d'images (tâche aveugle)

Le logiciel se télécharge avec l'ensemble des fichiers associés ; un tutoriel présentant de nombreux exemples d'activités est proposé.

EduAnatomist INRP / CEA / Université Lyon I

http://acces.inrp.fr/acces/ressources/neurosciences/Banquedonnees_logicielneuroimagerie/eduanatomist

Visualisation et traitement des images de la banque d'images NeuroPeda

<http://acces.inrp.fr> (mots clefs : banque neuropeda)

Ce logiciel permet de visualiser le cerveau en 3D mais surtout de faire des études d'imagerie permettant entre autres de mettre en évidence les voies visuelles, les différentes aires corticales de la vision. Un tutoriel est par ailleurs proposé afin de faciliter la prise en main.

http://acces.inrp.fr/acces/ressources/neurosciences/Banquedonnees_logicielneuroimagerie/test-architecture-neuropeda/fiches-pedagogiques/1-irm/1-3-imagerie-fonctionnelle/1-3-1-sensibilite-motricite/1-3-1-3-vision/

D'autres images permettront prochainement de travailler sur l'aire de la forme visuelle des mots (en cours de publication et de validation scientifique, Cohen et al, 2003), les systèmes de récompenses (en cours de publication et de validation scientifique, Sescousse et al, 2010).

Logiciel Séphio chez Pierron

Anomalies de la vision, illusion optique et l'œil humain

L'œil et la vision de Perez

<http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/lycee/perez/oeil/oeilindex.htm>

Visualisation en 3D de l'encéphale, des photorécepteurs, de l'œil. Correction de la myopie et de l'hypermétropie. La vision des couleurs et la vision nocturne, rôle de cristallin et de la pupille.

Logiciel : Le système de récompense

http://svt.ac-dijon.fr/dyn/article.php3?id_article=270

Permet aux élèves de localiser système de récompense, de comprendre son organisation et son fonctionnement (exercice d'application), application du cours.