

**APPEL A PROJETS DE THÈSE 2026
CONCOURS DE L'ED 658 – Sciences du vivant**

Formulaire à compléter et déposer par les porteurs du projet de thèse HDR via l'adresse mail suivante :
ed658@univ-amu.fr OU/ET romane.haddadi@univ-amu.fr

MERCI DE METTRE EN SUJET DU MAIL : Concours ED 658 2026 porteur de projet
Ces dossiers seront publiés pour que les candidats postulent.

au plus tard le 3 mars 2026.

INTITULÉ DU PROJET

Modulation cholinergique du signal d'erreur de prédiction corticocolliculaire dans le cortex visuel de la souris
Cholinergic Modulation of Corticocollicular Prediction Error Signalling in Mouse Visual Cortex

1- Directrice ou directeur de thèse HDR

NOM	RANCZ	Prénom	Ede
Téléphone portable	06 25 63 63 05	Courriel	ede.rancz@inserm.fr

Unité de recherche (UR) de rattachement

Code (acronyme et n°) de l'UR à AMU :	INMED UmR1249
Nom de l'UR :	Institut de Neurobiologie de la Méditerranée

Directrice ou directeur de l'UR

Nom	COSSART	Prénom	Rosa
-----	---------	--------	------

2- Codirectrice ou codirecteur de thèse, le cas échéant

NOM		Prénom	
Téléphone portable		Courriel	

Unité de recherche (UR) de rattachement

Code (acronyme et n°) de l'UR à AMU :	
Nom de l'UR :	

Directrice ou directeur de l'UR

Nom		Prénom	
-----	--	--------	--

SPECIALITE : (Rayer les mentions inutiles)

~~Bio-informatique et Génomique / Biochimie Structurale / Biologie du Cancer / Biologie du Développement /~~
~~Biologie Végétale / Biotechnologie / Immunologie / Microbiologie et interactions hôte-pathogènes /~~
~~Neurosciences~~

SOUS JURY POUR LE CONCOURS : (Rayer les mentions inutiles)

JURY 1 : BIOLOGIE CELLULAIRE
JURY 2 : MICROBIOLOGIE — GENOMIQUE
JURY 3 : NEUROSCIENCES

APPEL A PROJETS DE THÈSE 2026 CONCOURS DE L'ED 658 – Sciences du vivant

MERCI DE REMPLIR TOUTES LES INFORMATIONS EN FRANÇAIS ET EN ANGLAIS

Description de la problématique de recherche - Project description

La perception repose sur la comparaison entre les entrées sensorielles et les prédictions internes, leur inadéquation générant des signaux d'erreurs de prédictions guidant une correction comportementale (1). Dans le cortex visuel de la souris, les inadéquations visuo-vestibulaires entraînent des réponses neuronales robustes ainsi que des mouvements oculaires (2), fournissant alors un modèle malléable de traitement prédictif. Le cortex visuel secondaire médial (V2M) intègre à la fois le flux visuel et les signaux vestibulaires (3), et ses neurones extra-télencéphaliques de la 5^{ème} couche (L5ET) projettent vers les couches motrices du colliculus supérieur, un circuit idéalement positionné pour transformer ces erreurs de prédictions corticales en mouvements oculaires qui modifient de manière adaptative les informations sensorielles. Les théories neuromodulatrices proposent que l'acétylcholine (ACh) régule le gain (ou la précision) du signal d'erreur de prédiction et est connu pour augmenter la réactivité des neurones de la couche 5 (4). Conformément à cela, des observations préliminaires montrent une dilatation pupillaire évoquée par ces non-congruences sensorimotrices (2), suggérant une augmentation du tonus cholinergique lors de celles-ci. Nous posons l'hypothèse que ces écarts visuo-vestibulaires entraînent une libération rapide d'ACh dans V2M. Nous faisons également l'hypothèse que l'ACh augmente le gain du signal d'erreur de prédiction porté par les neurones L5ET, amplifiant ainsi la correction comportementale. Ce projet testera ces hypothèses en mesurant et en manipulant la signalisation cholinergique tout en enregistrant l'activité de neurones L5ET cortico-colliculaires lors d'un décalage sensorimoteur contrôlé.

Perception relies on comparing sensory input with internal predictions, with mismatches generating prediction error signals that drive behavioural correction (1). In the mouse visual cortex, visuo-vestibular mismatches evoke robust neuronal responses and eye movements (2), providing a tractable model of predictive processing. The medial secondary visual cortex (V2M) integrates visual flow and vestibular signals (3), and its layer 5 extratelencephalic neurons (L5ET) project to the motor layers of the superior colliculus, a circuit ideally positioned to transform cortical prediction errors into eye movements that adaptively modify sensory sampling. Neuromodulatory theories propose that acetylcholine (ACh) regulates the gain, or precision, of prediction error signalling and is known to enhance the responsiveness of layer 5 neurons (4). Consistent with this, preliminary observations show that sensorimotor mismatches reliably evoke pupil dilation (2), suggesting increased cholinergic tone during mismatch.

We hypothesise that visuo-vestibular mismatches trigger rapid ACh release in V2M.

We further hypothesise that ACh increases the gain of L5ET prediction error signalling, thereby amplifying behavioural correction during mismatch.

This project will test these hypotheses by monitoring and manipulating cholinergic signalling while recording activity of identified corticocollicular L5ET neurons during controlled sensorimotor mismatch.

**APPEL A PROJETS DE THÈSE 2026
CONCOURS DE L'ED 658 – Sciences du vivant**

Mots clés – Keywords

erreur de prédiction
cortex visuel
neuromodulation
acétylcholine
circuit corticocolliculaire
mouvements oculaires

prediction error
visual cortex
neuromodulation
acetylcholine
corticocollicular circuit
eye movements

Thématique / Domaine / Contexte – Theme / Field / Context

Ce projet s'inscrit dans les neurosciences fondamentales des systèmes et vise à comprendre comment les circuits corticaux calculent les erreurs de prédiction lors de l'intégration sensorimotrice. En utilisant le cortex visuel de la souris comme modèle du traitement prédictif, ce projet se concentre sur l'aire visuelle secondaire médiale (V2M), qui intègre les signaux visuels et vestibulaires. Une attention particulière est portée aux neurones pyramidaux extra-télencéphaliques de la couche 5 (L5ET) projetant vers les couches motrices du colliculus supérieur, de neurones corticaux supposés comme agissant d'erreur de prédiction reliant les inadéquations sensorielles à la sortie comportementale. En étudiant comment ces neurones déclenchent les mouvements oculaires induits par les non-congruences sensorimotrices et comment l'acétylcholine module leur gain, le projet relie la théorie du codage prédictif à des circuits neuronaux définis impliqués dans l'exploration sensorielle active.

This project lies within fundamental systems neuroscience and aims to uncover how cortical circuits compute prediction errors during sensorimotor integration. Using the mouse visual cortex as a model of predictive processing, it focuses on the medial secondary visual area (V2M), which integrates visual and vestibular signals. Emphasis is placed on layer 5 extratelencephalic (L5ET) pyramidal neurons projecting to the motor layers of the superior colliculus, hypothesised to act as cortical prediction error neurons linking sensory mismatch to behavioural output. By examining how these neurons drive mismatch-evoked eye movements and how acetylcholine modulates their gain, the project bridges predictive coding theory with defined neural circuits underlying active sensing.

APPEL A PROJETS DE THÈSE 2026 CONCOURS DE L'ED 658 – Sciences du vivant

Objectifs

1. Déterminer si les non-congruences visuo-vestibulaires déclenchent une libération rapide d'ACh dans le cortex visuel secondaire médial.
2. Établir comment l'ACh module le signal d'erreur de prédiction dans les neurones L5ET cortico-colliculaires et sa conversion en mouvements oculaires induits par ces inadéquations.
3. Tester de façon causale le rôle de l'ACh dans le gain des erreurs de prédiction et l'adaptation comportementale lors des non-congruences sensorimotrices.

1. To determine if visuo-vestibular mismatches evoke rapid ACh release in the medial secondary visual cortex.
2. To establish how ACh modulates prediction error signalling in identified corticocollicular L5ET neurons and its transformation into mismatch-evoked eye movements.
3. To causally test the role of ACh in regulating prediction error gain and behavioural correction by selectively enhancing or suppressing cholinergic transmission during sensorimotor mismatch.

Méthode – Method

Les inadéquations visuo-vestibulaires seront générées à l'aide d'un dispositif de réalité virtuelle vestibulo-visuelle permettant un contrôle précis des entrées sensorielles et la quantification de la locomotion, des mouvements oculaires et de la pupille. L'activité des neurones L5ET corticocolliculaires et les niveaux d'ACh dans V2M seront mesurés grâce à la photométrie par fibre optique à l'aide d'indicateurs calciques rétrogrades et de capteurs GRAB ACh. La signalisation cholinergique sera modulée par des approches optogénétiques et pharmacogénétiques lors des inadéquations sensorimotrices.

Visuo-vestibular mismatches will be generated in a purpose-built vestibulo-visual virtual reality system (5) allowing precise control of sensory input and quantification of locomotion, eye movements, and pupil dynamics. Activity of identified corticocollicular L5ET neurons and ACh levels in V2M will be monitored using fibre photometry with retrogradely expressed calcium indicators (2) and GRAB ACh sensors. Cholinergic signalling will be manipulated using optogenetic and pharmacogenetic approaches during mismatch events.

Références bibliographiques

1. Keller GB, Mrsic-Flogel TD (2018) Predictive Processing: A Canonical Cortical Computation. *Neuron* 100:424–435.
2. E. Ambrad Giovanetti, I. Kharitonov, H. Teigen, J. Le Livec, E., E. Rancz (2025) Combined vestibular and visuo-motor mismatch modulates neuronal activity and serotonin levels in mouse visual cortex. Program No. PSTR451.04. Society for Neuroscience
3. Horrocks EAB, Saleem AB (2025) Locomotion selectively enhances visual speed encoding in mouse medial higher visual areas. :2025.02.21.639472.
4. Yogesh B, Keller GB (2024) Cholinergic input to mouse visual cortex signals a movement state and acutely enhances layer 5 responsiveness. *eLife* 12:RP89986.
5. Cano-Ferrer X, Tran-Van-Minh A, Rancz E (2024) RPM: An open-source Rotation Platform for open- and closed-loop vestibular stimulation in head-fixed Mice. *Journal of Neuroscience Methods* 401:110002.

APPEL A PROJETS DE THÈSE 2026 CONCOURS DE L'ED 658 – Sciences du vivant

Conditions scientifiques matérielles et financières du projet de recherche - Scientific, material, and financial conditions of the research project

Le projet sera réalisé à l'Institut de Neurobiologie de la Méditerranée (INMED), qui dispose d'infrastructures de pointe pour les expériences in vivo, la fibre photométrie, l'optogénétique et les approches virales ciblant les circuits neuronaux. La plateforme de réalité virtuelle vestibulo-visuelle est opérationnelle, et des services centraux d'animalerie et de génotypage sont disponibles. Le projet bénéficie de financements ANR sécurisés soutenant l'infrastructure expérimentale, tout en poursuivant des objectifs scientifiques distincts.

The project will be conducted at the Institut de Neurobiologie de la Méditerranée (INMED), which provides excellent facilities for in vivo behaviour, fibre photometry, optogenetics, and circuit-specific viral approaches. The vestibulo-visual virtual reality platform is operational, and core facilities for animal husbandry and genotyping are available. The project benefits from secured ANR funding supporting the experimental infrastructure, while addressing distinct scientific objectives.

Profil et compétences recherchées - Profile and skills required

Le ou la candidate devra posséder une solide formation en neurosciences, en biologie ou dans un domaine connexe, avec un fort intérêt pour les circuits neuronaux et le comportement. Une expérience en manipulation animale et en expérimentation comportementale est fortement souhaitée. Une exposition préalable à des techniques in vivo telles que la photométrie par fibre optique ou des approches d'imagerie apparentées constituera un atout. Une forte motivation pour travailler sur des modèles animaux, développer de nouvelles compétences expérimentales et analyser des données quantitatives est essentielle. La curiosité scientifique, la rigueur et l'autonomie seront des qualités clés pour la réussite de ce projet.

The candidate should have a solid background in neuroscience, biology, or a related field, with a strong interest in neural circuits and behaviour. Experience with animal handling and behavioural experiments is highly desirable. Prior exposure to in vivo techniques such as fibre photometry or related imaging approaches will be an advantage. Motivation to work with animal models, develop new experimental skills, and analyse quantitative data is essential. Curiosity, rigour, and autonomy will be key qualities for success in this project.