

*Centre National de la Recherche Scientifique*

# Curriculum Vitæ détaillé

Laurent PERRINET

*Pour évaluation par les sections du Comité national*



Équipe NEural OPerations in TOPographies (NeOpTo)
Institut de Neurosciences de la Timone
UMR 7289, CNRS / Aix-Marseille Université
27, Bd. Jean Moulin, 13385 Marseille Cedex 5, France
<a href="https://laurentperrinet.github.io/">https://laurentperrinet.github.io/</a>
<a href="mailto:Laurent.Perrinet@univ-amu.fr">Laurent.Perrinet@univ-amu.fr</a>

7 janvier 2020

# 1 Curriculum Vitæ

## 1.1 Présentation rapide

- 46 ans, né le 23 Février 1973 à Talence (Gironde, France).
- Affiliation : Chargé de Recherche (CRCN, CNRS), Équipe NEural OPerations in TOpographies (NeOpTo) - Institut de Neurosciences de la Timone (UMR 7289, CNRS / Aix-Marseille Université)
- Adresse : 27, Bd. Jean Moulin, 13385 Marseille Cedex 5, France
- E-mail : <mailto:Laurent.Perrinet@univ-amu.fr>
- Téléphone : 04 91 32 40 44
- URL : <https://laurentperrinet.github.io/>

## Objectifs de Recherche

Mon objectif de recherche est d'étudier l'hypothèse selon laquelle on peut comprendre les liens entre la structure neurale et la fonction des systèmes sensoriels comme l'optimisation de leur adaptation aux statistiques des scènes naturelles par des processus de type prédictif.

Plus précisément, je vise à étendre la compréhension des facultés sensorielles et cognitives sous la forme de modèles de réseaux de neurones impulsionnels qui réalisent de façon efficace des algorithmes de perception visuelle. En effet, les brèves impulsions du potentiel de membrane se propageant au fil des neurones sont une caractéristique universelle des systèmes nerveux et permettent de construire des modèles efficaces du traitement dynamique de l'information. Dans un but fonctionnel, je désire notamment implanter dans ces modèles des stratégies d'inférence grâce à des mécanismes d'apprentissage auto-organisés fixant les relations spatio-temporelles entre les neurones. Dans une démarche applicative, nous envisageons la création de nouveaux types d'algorithmes basés sur ces recherches.

## Résumé des travaux antérieurs et de leur impact scientifique

Mes travaux de thèse dirigés par Simon Thorpe et Manuel Samuelides ont permis d'explorer dans un cadre mathématique de nouveaux paradigmes de codage neural de type impulsif pour des images statiques [**Perrinet03ieee**] et en particulier comment ceux-ci peuvent être appris [**Perrinet10shl**]. Ceux-ci ont été étendus en collaboration avec Guillaume Masson à des modèles d'inférence statistique appliqués aux mouvements des yeux et à la boucle perception action [**Simoncini12**]. Un cadre théorique précis a été élaboré, sous le patronage de Karl Friston, pour tenir compte de la présence de délais temporels [**PerrinetAdamsFriston14**]. Actuellement, en collaboration avec Frédéric Chavane, j'étends des modèles dynamiques du traitement dynamique de scènes visuelles en mouvement [**KhoeiMassonPerrinet17**] dans des réseaux hiérarchiques [**BoutinFranciosiChavaneRuffierPerrinet19**].

## Résumé quantitatif des contributions

- 46 publications dans les revues avec comité de lecture (dont 4 en révision, 16 en premier auteur, 12 en dernier auteur), avec 2313 citations, indice  $h=21$  et indice  $i10=38^1$ ,
- 102 publications dans des actes de congrès avec comité de lecture,

---

1. Au 7 janvier 2020, cf. <https://scholar.google.com/citations?user=TVyUV38AAAAJ&hl=fr>

- 3 livres et 5 chapitres de livres,
- 44 conférences invitées (dont 19 dans des congrès internationaux),
- 4 thèses dirigées (Hugo Ladret, Angelo Franciosini, Victor Boutin, Mina Khoei),
- 4 Post-docs dirigés (Wahiba Taouali, Nicole Voges, 2 à venir),
- 3 thèses co-dirigées (Mansour Pour, JB Damasse, J. Kremkow),
- 1 contrat en PI local (150k€), 1 AAP (10k€), 3 bourses de thèse obtenues,
- 12 contrats en collaborateur (dont 7 ANRs).

## Mots clés

Perception, vision, détection du mouvement. Calcul parallèle événementiel, émergence dans les systèmes complexes, codage neural. Inférence Bayésienne, minimisation de l'énergie libre, statistiques des scènes naturelles.

## 1.2 Diplômes & titres universitaires

### Habilitation à Diriger des Recherches, AMU, Marseille

2017

École Doctorale Sciences de la Vie et de la Santé, Aix-Marseille Université, France.

Sous le titre “Codage prédictif dans les transformations visuo-motrices”, j’ai défendu mon Habilitation à Diriger des Recherches le 14 avril 2017.

Le jury était constitué des Prof. Laurent Madelain (Université Lille III), Dr. Alain Destexhe (Université Paris XI, Rapporteur), Prof. Gustavo Deco (Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, Rapporteur), Dr. Guillaume Masson (Aix-Marseille Université), Dr. Viktor Jirsa (Aix-Marseille Université, Rapporteur) et du Prof. Jean-Louis Mege (Aix-Marseille Université).

### Doctorat de Sciences cognitives ONERA/DTIM, Toulouse

1999-2003

Titre : *Comment déchiffrer le code impulsif de la Vision ? Étude du flux parallèle, asynchrone et épars dans le traitement visuel ultra-rapide.*  
Allocataire d’une bourse MENRT, accueil à l’ONERA/DTIM.

- Cette thèse a été initiée par les résultats de la collaboration pendant le stage de DEA. Elle a été dirigée par Manuel Samuelides (professeur à SUPAÉRO et chargé de recherche à l’ONERA/DTIM) et co-dirigée par Simon Thorpe (directeur de recherche au CERCO)
- Participation et présentations à de nombreux colloques internationaux (IJCNN99, NeuroColt00, CNS00, CNS01, LFTNC01, ESANN02, NSI02). Participation aux écoles d’été “EU Advanced Course in Computational Neuroscience” à Trieste (Italie) et “Telluride Neuromorphic Workshop” au Colorado (États-Unis).
- En parallèle, j’ai participé à l’organisation d’une conférence sur les réseaux de neurones dynamiques (DYN\*2000). Je me suis aussi impliqué dans des activités d’enseignement (initiation à la programmation sous Matlab et théorie de la probabilité) pour des élèves de première et deuxième année d’école d’ingénieur (à SUPAÉRO et à l’ENSICA, Toulouse) et des travaux dirigés de robotique (Traitement de l’image et reconnaissance d’objets au laboratoire d’Informatique et d’Automatique de SUPAÉRO).
- La thèse de doctorat a été soutenue le 7 février 2003 à l’université Paul Sabatier avec la mention “Très honorable avec les félicitations du jury”.

Le jury était présidé par Michel Imbert (Prof. Université P. Sabatier) et constitué par Yves Burnod (Directeur de recherche à l'INSERM U483) et Jeanny Hérault (Professeur à l'INPG, Grenoble).

### **DEA de Sciences cognitives**

1998-1999

Univ. Paris VII, P. Sabatier, EHESS, Polytechnique, mention TB. Allocataire d'une bourse de DEA.

- Assistant de recherche, ONERA/DTIM (Département de Traitement de l'Image et de Modélisation), Toulouse (stage de DEA). 3/1999-7/1999
- Étude de l'apprentissage de type Hebbien de réseaux de neurones basés sur un codage par rang.
- Application à la reconnaissance de textures visuelles.
- Assistant de recherche, USAFB (Rome, NY) / University of San Diego in California (États-Unis). Étude de l'apprentissage autonome dans un système complexe de type automate cellulaire. 7/1999-8/1999

### **Diplôme d'ingénieur SUPAÉRO, Toulouse, France.**

1993-1998

Spécialisation dans le traitement du signal et de l'image et en particulier dans les techniques des réseaux de neurones artificiels.

- Projets individuels sur la perception visuelle, la reconnaissance de locuteur, la compression de la parole et sur la reconnaissance de caractères.
- Ingénieur ALCATEL, Vienne (Autriche). Département du *Voice Processing Systems*. Ce 'stage long' volontaire, intégré à une formation de SUPAÉRO sur les systèmes industriels, impliquait toutes les étapes de la conception d'un système de messagerie téléphonique de technologie élevée : conception, prototype, contrôle de qualité et étude marketing. 9/1995-6/1996
- Assistant de recherche, JET PROPULSION LABORATORY (NASA), Pasadena, Californie. Département des Sciences de la Terre, Laboratoire d'imagerie radar, INTERFÉROMÉTRIE RADAR SAR APPLIQUÉE À LA GÉOPHYSIQUE
  - Programmation d'un processus de traitement d'images radar interférométriques SAR comprenant des corrections géographiques, une série de filtres et un traitement d'interférométrie.
  - Étude et programmation d'un générateur de carte topographique.
  - Traitement des images obtenues pour surveiller la déformation de la croûte terrestre. Étude des tremblements de terre de Landers (Californie) et de Gulan (Chine).
- Assistant de recherche, CERCO (CNRS, UMR5549), Toulouse (stage de fin d'études d'ingénieur). Développement d'un réseau de neurones asynchrone appliqué à la reconnaissance de caractères. 4/1998-9/1998
  - Programmation du code du réseau de neurones asynchrones.
  - Étude et utilisation des statistiques non-paramétriques pour l'utilisation d'un code basé sur le rang d'activation des neurones.
  - Implantation d'une nouvelle règle d'apprentissage du réseau de neurones.

## **1.3 Expérience scientifique professionnelle**

**Chargé de Recherche Classe Normale, INT/CNRS, Marseille**

2019-...

Au 1er janvier 2019, j'ai intégré l'équipe NeOpTo de Frédéric Chavane (DR, CNRS). J'implémente les modèles prédictifs dans des architectures bio-mimétiques.

**Chargé de Recherche grade 1, INT/CNRS, Marseille**

2012-2019

Au 1er janvier 2012, notre équipe a intégré l’Institut de Neurosciences de la Timone (UMR 7289, CNRS / Aix-Marseille Université ) à Marseille (direction Guillaume Masson). J’ai approfondi les modèles en me concentrant sur un codage probabiliste distribué appliqué à la boucle sensori-motrice.

**Mission longue** Karl Friston’s theoretical neurobiology group (The Wellcome Trust Centre for Neuroimaging, University College London, London, UK). Collaboration avec Karl Friston sur l’application de modèles d’énergie libre aux mouvements oculaires. 10/2010-01/2012

**Chargé de Recherche grade 2**, INCM/CNRS, Marseille 2004-2012  
Sous la conduite de Guillaume Masson à l’INCM à Marseille, j’ai étudié des modèles spatio-temporels d’inférence dans des scènes naturelles en application de la compréhension des mouvements oculaires.

**Post-doctorat**, Redwood Neuroscience Institute (RNI), États-Unis 2004  
Sous la conduite de Bruno Olshausen, j’ai comparé des modèles standards d’apprentissage avec une méthode originale centrée sur les potentiels d’action. Notamment, j’ai développé une méthode générique évaluant l’importance des processus homéostatiques dans l’apprentissage non-supervisé, qui a conduit à une publication dans le journal Neural Computation (référence A20-[Perrinet10shl]). J’ai ensuite étendu ce modèle à l’apprentissage spatio-temporels dans des flux video.

## 2 Enseignement, formation et diffusion de la culture scientifique

### 2.1 Encadrement de thèse et post-doctorants

Sur des contrats déjà financés, nous prévoyons les recrutements suivants :

- Post-Doc, 18 mois “Postdoc position on Visual computations using Spatio-temporal Diffusion Kernels and Traveling Waves” (04/2020-10/2021)
- Post-Doc, 30 mois “Analog computing for artificial intelligence using Spiking Neural Networks (SNNs).” (10/2020-04/2023)

Actuellement, j’ai l’occasion d’encadrer trois doctorants en tant qu’encadrant principal :

- Victor Boutin “Controlling an aerial robot by human semaphore gestures using a bio-inspired neural network” (PhD, bourse AMIDEX, 12/2016-03/2020)
- Angelo Franciosini “Trajectories in natural images and the sensory processing of contours” (PhD, bourse PhD program, 2017 / 2021)
- Hugo Ladret “A multiscale cortical model to account for orientation selectivity in natural-like stimulations” (direction, bourse AMU, co-direction avec Christian Casanova, en cotutelle avec l’Université de Montréal, 2019 / 2022)

Précédemment, j’ai eu l’occasion d’encadrer des étudiants en direction de thèse, en post-doctorat ou en co-direction de thèse :

- Kiana Mansour Pour “Predicting and selecting sensory events : inference for smooth eye movements” (PhD, 2015 - 2018)
- Jean-Bernard Damasse “Smooth pursuit eye movements and learning : Role of motion probability and reinforcement contingencies” (PhD, 2014-2017)
- Mina A Khoei “Emerging properties in a neural field model implementing probabilistic prediction” (PhD, 2011-2014)

- Wahiba Taouali “Motion Integration By V1 Population” (Post-Doc, 2013-2015)
- Nicole Voges “Complex dynamics in recurrent cortical networks based on spatially realistic connectivities” (Post-Doc, 2008-2010)
- Jens Kremkow “Correlating Excitation and Inhibition in Visual Cortical Circuits : Functional Consequences and Biological Feasibility” (PhD, 2006-2009)

## 2.2 Participation à des activités grand public

Je participe ou initie de nombreuses rencontres avec le grand public (cf. <https://laurentperrinet.github.io/project/tout-public/>) et en particulier pour l’année 2019 :

- Participation à une présentation “stand up” des NeuroStories : conférence invitée “Le temps des sens”.
- Article de dissemination sur le temps dans la perception dans “The conversation” (4600 lectures au 7 janvier 2020).
- Participation à des activités de dissémination aux des Journées de Neurologie de Langue Française (JNLF) : conférence invitée “Des illusions aux hallucinations visuelles : une porte sur la perception”.
- Article de dissemination sur les illusions visuelles dans “The conversation” (7000 lectures au 7 janvier 2020).
- Participation à des activités grand public : Rencontre avec les collégiens marseillais, fête de la science, participation à un jury autour de la société, la science et le cinéma.

## 2.3 Collaboration artistique

En parallèle avec les actions grand public, je développe une collaboration active avec un artiste plasticien, Etienne Rey (friche Belle de Mai, Marseille, voir <https://laurentperrinet.github.io/project/art-science/>). Nous avons produit plusieurs actions, entre autres :

- “Sans gravité – une poétique de l’air” – Ardenome à Avignon, 2019
- “Instabilité (series)” @ Art-O-Rama, Installation avec sérigraphie, dessin mural, lumière, 2018
- projet “TRAMES” présentation à la Fondation Vasarely (Aix), 2016
- projet “ELASTICITE” présentation à la Fondation Vasarely (Aix), au 104 (Paris), 2015
- projet “TROPIQUE”, label “Marseille-Provence capitale européenne de la culture 2013” Conseil scientifique : Collaboration artistique avec le plasticien Étienne Rey en préparation de Marseille MPM capitale de la culture européenne 2013. Résidence à l’IMERA (Marseille), présentation aux festivals d’Enghien-les-bains et Ososphère (Strasbourg). Organisation de l’installation de l’œuvre sur le site de l’INT. Exposition de l’installation à la fondation Vasarely (Aix-en-Provence). Juin 2013  
Octobre 2013

## 2.4 Enseignement

Cours magistraux de Neurosciences Computationnelles en troisième année de licence Sciences et Humanités et dans le cadre du programme de thèse Marseillais en Neurosciences. 2019  
2018

- An introduction to the field of Computational Neuroscience ,
- Probabilities, the Free-energy principle and Active Inference.

J’ai récemment pris part à une école d’été organisée en janvier 2019 par le centre de neurosciences computationnelles de Valparaiso au Chili. Les thèmes abordés au cours de cette école étaient :

- adaptation comportementale,
- compensation des délais,
- modélisation Bayésienne,
- tutoriel modélisation de réseaux à spikes.

### 3 Transfert technologique, relations industrielles et valorisation

#### 3.1 Contrats

J’ai eu l’occasion de collaborer sur plusieurs contrats de niveau national (ANR) et international (cf <https://laurentperrinet.github.io/#grants>) :

Actuellement, je suis impliqué dans les contrats suivants

- soit à titre de collaborateur :
  - ANR Horizontal-V1 (2017–2021) : “Connectivité Horizontale et Prédiction de Cohérences dans l’Intégration de Contour” avec Yves Fregnac et Frédéric Chavane,
  - ANR CausaL (2017–2021) : “Cognitive Architectures of Causal Learning” avec Andrea Brovelli,
  - ANR PredictEye (2018–2022) : “Mapping and predicting trajectories for eye movements”, avec Guillaume Masson.
- soit à titre d’investigateur principal :
  - PhD DOC2AMU : An Excellence Fellowship, H2020 (Excellence Scientifique) : Actions Marie Skłodowska-Curie (IF, ITN, RISE, COFUND) (2016–2019)
  - PhD ICN A grant from the Ph.D. program in Integrative and Clinical Neuroscience (PhD position, 2017 / 2021).
  - Contrats Doctoraux d’Aix-Marseille Université de 2019 (PhD position, 2019–2022).
  - SpikeAI : lauréat du Défi Biomimétisme (2019) “Algorithmes événementiels d’Intelligence Artificielle / Event-Based Artificial Intelligence” (2019).
  - aprovis3D : “Aprovis3D : Event-Based Artificial Intelligence” (2019–2023, coordination globale du projet par Jean Martinet, université de Nice).

Précédemment, j’ai eu l’occasion de collaborer sur les contrats suivants :

- PACE-ITN : ITN Marie Curie network (2015–2019) avec Anna Montagnini.
- ANR BalaV1 : Balanced states in area V1 (2013–2016) avec Frédéric Chavane,
- ANR REM : Renforcement et mouvements oculaires (2013–2016) avec Anna Montagnini,
- ANR SPEED : Traitement de la vitesse dans les scènes visuelles naturelles (2013–2016) avec Guillaume Masson,
- ANR TRAJECTORY (2016–2019) avec Frédéric Chavane,
- BrainScaleS : Brain-inspired multiscale computation in neuromorphic hybrid systems (2011–2014) avec Guillaume Masson,

- CODDE : understanding brain and behaviour (2008–2012) avec Guillaume Masson,
- FACETS-ITN : From Neuroscience to neuro-inspired computing (2010–2013) avec Guillaume Masson,
- FACETS : Fast Analog Computing with Emergent Transient States (2006–2010) avec Guillaume Masson.

### 3.2 Développements de logiciels

Nous développons plusieurs lignes de recherche pour appliquer nos résultats à des problèmes concrets, sous forme de logiciels *open source* :

#### 3.2.1 Mouvements des yeux et mouvement

- AnEMo : traitement du signal pour l’analyse des mouvements des yeux [**Pasturel18anemo**],
- MotionClouds : génération de textures pour la perception du mouvement [**Sanz12** ; **Vacher15nips** ; **Vacher16**],
- LeCheapEyeTracker – <https://github.com/laurentperrinet/CatchTheEye> : Oculomètre minimal utilisant l’apprentissage profond ;

#### 3.2.2 Biologically-Inspired Computer Vision

- openRetina : caméra événementielle minimale,
- SparseHebbianLearning : apprentissage non-supervisé d’images naturelles [**Perrinet10shl** ; **Perrinet19hulk**],
- Simple Library for Image Processing : techniques de traitement de l’image, utilisé notamment dans [**Perrinet15bicv** ; **Ravello16droplets** ; **PerrinetBednar15** ; **Perrinet15eusipco** ; **Perrinet16EUVIP**],
- LogGabor : représentations multi-échelles des contours [**Fischer07** ; **Fischer07cv**],
- SparseEdges : codage épars (parcimonieux) d’images naturelles [**Perrinet15bicv** ; **PerrinetBednar15**],
- MotionParticles : prédiction dynamique par filtrage particulaire (permet de reproduire [**Perrinet12pred** ; **Khoei13jpp** ; **KhoeiMassonPerrinet17**]).

#### 3.2.3 Promotion du logiciel libre

Je participe à différentes initiatives afin de promouvoir les pratiques du logiciel libre

- écriture régulière d’un blog scientifique,
- participation à des réseaux sociaux à des fins de dissémination comme twitter, stackOverflow, instagram ou gitHub.

### 3.3 Expertise scientifique

D’autre part, je participe occasionnellement au développement de différentes entreprise de type “start-up” dans le cadre d’une autorisation de cumul :

- en 2019-2020 : missions d’expertise scientifique avec Arnaud Malvache à Unistellar, Marseille.



- 2019-2020 : missions d'expertise scientifique en collaboration avec Sid Kouider à NextMind, Paris.

## **4 Encadrement, animation et management de la recherche**

Outre ces responsabilités scientifiques, je participe à l'animation scientifique sous d'autres formes. Tout d'abord pour l'évaluation de la recherche par les chercheurs en tant que membre d'un comité éditorial ou en temps que relecteur. Je développe aussi des collaborations internationales et en même temps dans la vie sociale de l'organisme :

- Scientific reports (Nature group) Membre du comité éditorial
- Relecteur dans de nombreuses revues et conférences, voir <https://publons.com/author/1206845/laurent-u-perrinet#profile>
- Membre élu CLAS GLM de Marseille-Joseph Aiguier/Timone, responsable de la petite enfance.