
NATURALPAD

RECHERCHE & LITTÉRATURE

1 - Activité	2
2 - Équipe de recherche	3
3 - Communications scientifiques	4
La validation clinique de MediMoov	4
Les capacités physiques et la qualité de vie des personnes âgées	5
La relation entre le Rythme et la Rééducation	8
L'amélioration de la capture de mouvement	8
La visualisation d'informations médicales	9
La conception participative	9
4 - Mémoires universitaires	10
5 - Partenaires de recherche	11

1 - Activité

MediMoov, le dispositif médical de physio-gaming (jeux thérapeutiques basés sur le mouvement) développé par NaturalPad est le fruit de nombreux travaux de recherche.

Nous développons des solutions de capture de mouvements adaptées au domaine médical à partir de périphériques de la grande distribution (accessoires de consoles de salon, smartphone, tablettes ...). Nous concilions une approche médicale avec le respect d'un coût matériel peu élevé et démontrons l'efficacité de nos algorithmes nous permettant de fournir des données précises, tout en restant à un coût matériel accessible au grand public.

Nous démontrons en continu l'intérêt thérapeutique de MediMoov par des partenariats de conception et de validation clinique avec des spécialistes d'une pathologie spécifique et de la rééducation y étant associée.

2 - Équipe de recherche

NaturalPad compte dans son équipe 3 docteurs :

Antoine SEILLES

Docteur en informatique, est spécialisé en représentation et analyse de grandes masses de données (Big Data).

Sébastien ANDARY

Docteur en robotique, est spécialisé en capture de mouvement.

Guillaume TALLON

Docteur en sciences du mouvement, est spécialisé en validation de l'impact de l'activité physique adaptée sur la santé des seniors.

NaturalPad a financé et accompagné 2 doctorants :

Geoffrey MÉLIA

Spécialité informatique, évaluation de l'efficacité des jeux thérapeutiques auprès des différents utilisateurs soignants et patients.

Valentin BEGEL

Spécialité neurosciences, impact des stimulus rythmiques dans une rééducation.

3 - Communications scientifiques

La validation clinique de MediMoov

1. **Tallon G, Seilles A, Mélia G, Andary S, Di Loreto I, Blain H. 2015.** *Intérêt du serious game Hammer & Planks pour améliorer l'autonomie fonctionnelle chez la personne âgée institutionnalisée.* ICEPS 2015, 19-21 mars, Montpellier.

Ce poster présente les résultats de la première étude clinique de MediMoov sur l'autonomie de la personne âgée institutionnalisée.

2. **Tallon G, Seilles A, Melia G, Andary S, Bernard P, Di Loreto I, Blain H. 2015.** *Intérêt du serious game Medimoov pour améliorer l'autonomie fonctionnelle chez la personne âgée institutionnalisée.* 30e Congrès annuel de la Société Française de Médecine Physique et de Réadaptation, 8-10 octobre 2015, Montpellier.
3. **Tallon G, Seilles A, Mélia G, Andary S, Bernard P, Di Loreto I, Blain H. 2015** *Effects of the serious game Medimoov on the functional autonomy of institutionalized older adults.* Annals of Physical and Rehabilitation Medicine - Proceedings of the 30th Annual Congress of the French Society of Physical and Rehabilitation Medicine 58, e113–e114.

Ces deux posters présentent les résultats de la première étude clinique sur l'intérêt de MediMoov sur l'autonomie de la personne âgée institutionnalisée.

4. **Tallon G, Melia G. 2015.** *L'évaluation des serious games thérapeutiques : les études cliniques, nécessaires mais pas suffisantes.* Colloque L'Homo Ludens du 21^e siècle : Jeu vidéo et santé. MIG 2015, 16-21 novembre 2015, Montpellier.

Cette communication orale présente l'intérêt et les limites des études cliniques dans l'évaluation des serious games thérapeutiques.

5. **Bakhti K, Mottet D, Mélia G, Laffont I. 2015.** *Low cost objective diagnosis of learned non-use of the paretic arm after a stroke using Kinect technology.* Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 58, e11-e12.

Ce poster présente une étude comparative entre deux outils de diagnostic : MediMoov et le Zebris. Nous démontrons que MediMoov pour un coût bien plus faible que le Zebris permet d'évaluer la compensation par le buste d'un mouvement de déplié du coude afin de mesurer l'évolution d'une rééducation post-AVC.

6. **Teo W-P, Muthalib M, Yamin S, Hendy A. M, Bramstedt K, Kotsopoulos E, Perrey S, Ayaz H. 2016** *Does a Combination of Virtual Reality, Neuromodulation and*

Neuroimaging Provide a Comprehensive Platform for Neurorehabilitation? – A Narrative Review of the Literature *Frontiers in Human Neuroscience* vol 10 pp.284
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4919322/>

Cet article présente les résultats d'une étude menée par l'université de Deakin et Euromov démontrant l'efficacité de l'utilisation de la réalité virtuelle sur la neuroplasticité dans le cadre d'une rééducation face à des troubles moteurs et mentaux. L'article est illustré par des photos de Hammer And Planks durant des séances de rééducation post-AVC avec imagerie cérébrale par tDCS.

Les capacités physiques et la qualité de vie des personnes âgées

1. **Bernard PL, Tallon G, Ninot G, Jaussent A, Ramdani S, Coste O, Picot MC, Blain H. 2015.** *Influence of brisk walking program on isokinetic muscular capacities of knee of sedentary old women.* *Aging Clinical and Experimental Research*, 1-8.

Cet article présente l'intérêt d'un programme de marche active sur les capacités musculaires de la personne âgée autonome vivant à domicile.

2. **Ramdani S, Bonnet V, Tallon G, Lagarde J, Bernard P, Blain H. 2015.** *Parameters Selection for Bivariate Multiscale Entropy Analysis of Postural Fluctuations in Fallers and Non-Fallers Older Adults.* *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 99.

Cet article présente l'intérêt de la Bivariate Multiscale Entropy dans l'analyse des oscillations posturales de la personne âgée institutionnalisée afin de discriminer les chuteurs des non-chuteurs. La méthodologie de sélection des paramètres d'entrée y est aussi présentée.

3. **Decker LM, Ramdani S, Tallon G, Jaussent A, Picot MC, Bernard PL, Blain H. 2015.** *Physical function decline and degradation of postural sway dynamics in asymptomatic sedentary postmenopausal women.* *The journal of nutrition, health & aging*, 19(3), 348-355.

Cet article présente l'intérêt de l'utilisation des mesures dynamiques dans l'évaluation des capacités physiques de la personne âgée autonome vivant à domicile.

4. **Bernard P, Ninot G, Bernard PL, Picot MC, Jaussent A, Tallon G, Blain H. 2015.** *Effects of a six-month walking intervention on depression in inactive post-menopausal women: a randomized controlled trial.* Aging & mental health, 19(6), 485-492.

Cet article présente l'intérêt d'un programme de marche active sur le niveau de dépression de la personne âgée autonome vivant à domicile.

5. **Bernard PL, Tallon G, Ninot G, Jaussent A, Costes O, Ramdani S, Blain H, et al. 2015.** *Isokinetic adaptations of knee extensors and flexors after aerobic walk training in old sedentary women.* Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 58, e93.

Ce poster présente l'intérêt d'un programme de marche active sur les capacités musculaires de la personne âgée autonome vivant à domicile.

6. **Blain H, Abecassis F, Adnet PA, Alomène B, Amouyal M, Bardy B, Boubakri C, et al. 2014.** *Living Lab Falls-MACVIA-LR: The falls prevention initiative of the European Innovation Partnership on Active and Healthy Ageing (EIP on AHA) in Languedoc-Roussillon.* European Geriatric Medicine, 5(6), 416-425.

Cet article présente la dynamique de prévention des chutes et du bien vieillir mise en place en Languedoc-Roussillon : le Living Lab Falls-MACVIA-LR.

7. **Tallon G, Blain H, Seigle B, Bernard PL, Ramdani S. 2013.** *Dynamical and stabilometric measures are complementary for the characterization of postural fluctuations in older women.* Gait Posture, 38: 92-96.

Cet article présente l'intérêt de l'utilisation des mesures cinématiques et dynamiques en complémentarité dans l'étude des fluctuations posturales de la personne âgée.

8. **Ramdani S, Tallon G, Bernard PL, Blain H. 2013.** *Recurrence quantification analysis of human postural fluctuations in older fallers and non-fallers.* Annals of Biomedical Engineering, 41(8) : 1713-1725.

Cet article présente l'intérêt de la Recurrence quantification analysis pour distinguer chuteurs et non-chuteurs parmi les personnes âgées institutionnalisées.

9. **Tallon G, Blain H, Bernard PL, Ramdani S. 2014.** *Traditional analysis of postural fluctuations and measures of their complexity are complementary markers of physical reserve in institutionalized older adults.* 10th Congress of the European Union Geriatric Medicine Society, Rotterdam, The Netherlands, September, 17-19, 2014.

Ce poster présente l'intérêt de l'utilisation des mesures cinématiques et dynamiques en complémentarité dans l'étude des fluctuations posturales de la personne âgée.

10. **Bernard PL, Blain H, Tallon G, Ramdani S. 2013.** *La marche de la personne âgée: complémentarité des méthodologies d'évaluation.* Communication orale au Colloque Etats généraux et particulier de la marche. Angers, avril.

Cette communication orale présente l'intérêt d'utiliser différentes méthodologies d'évaluation de la marche en complémentarité chez la personne âgée.

11. **Bernard PL, Tallon G, Ramdani S, Blain H. 2013.** *Equilibration, prévention de la chute et activités physiques adaptées.* Soirée médicale Orpea. Montpellier, Octobre.

Cette communication orale présente l'intérêt des activités physiques adaptées dans la rééducation de l'équilibre et la prévention des chutes chez la personne âgée.

12. **Bernard PL, Tallon G, Ramdani S, Blain H. 2014.** *La prise en charge des personnes âgées et les activités physiques adaptées.* Communication orale à la 1ère Journée Romande des Activités Physiques Adaptées. Lausanne, Juin.

Cette communication orale présente l'intérêt des activités physiques adaptées dans la rééducation de l'équilibre et la prévention des chutes chez la personne âgée.

13. **Bernard P, Ninot G, Bernard PL, Jaussent A, Tallon G, Blain H. 2014.** *Effects of a 6-month walking intervention on depression in inactive postmenopausal women: A randomized controlled trial.* 10th Congress of the European Union Geriatric Medicine Society, Rotterdam, The Netherlands, September, 17-19, 2014.

Ce poster présente l'intérêt d'un programme de marche active sur le niveau de dépression de la personne âgée autonome vivant à domicile.

14. **Tallon G, Ramdani S, Bernard PL, Blain H. 2012.** *Dynamical complexity of postural fluctuations: a marker of functional reserves in sedentary healthy middle-aged women.* 8th Congress of the European Union Geriatric Medicine Society, Bruxelles, Belgium, September, 26-28, 2012.

Ce poster présente l'intérêt de l'utilisation des mesures dynamiques dans l'évaluation des capacités physiques de la personne âgée autonome vivant à domicile.

15. **Tallon G, Ramdani S, Jaussent A, Decker L, Bernard PL, Blain H. 2013.** *Effect of whole-body-vibration training in institutionalized older adults.* 9th Congress of the European Union Geriatric Medicine Society, Venice, Italy, October, 2-4, 2013.

Ce poster présente les premiers résultats de l'intérêt d'un programme de rééducation basé sur l'utilisation de plateformes bio-oscillantes sur l'autonomie de la personne âgée institutionnalisée.

16. **Blain H, Ramdani S, Tallon G, Bernard PL. 2011.** *Troubles de l'équilibre du sujet âgé: rôle de la rééducation vestibulaire. Chapitre 5 de l'ouvrage : Problèmes de rééducation. Troubles de l'équilibre d'origine neuro-otogénique et rééducation vestibulaire.* Coroian F, Enjalbert M, Hérisson C, Uziel A. Eds. Elsevier Masson.

Ce chapitre d'ouvrage présente l'intérêt de la rééducation vestibulaire dans la prévention des troubles de l'équilibre du sujet âgé.

La relation entre le Rythme et la Rééducation

1. **Bégel V, Di Loreto I, Seilles A, Dalla Bella S. 2017.** *Music Games : Potential Application and Considerations for Rhythmic Training.* *Frontiers in Human Neuroscience* May 2017. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00273>
2. **Bégel V, Benoit CE, Correa A, Cutanda D, Kotz S. A, Dalla Bella S. 2017.** "Lost in time" but still moving to the beat. *Neuropsychologia*, 94, 129-138.
3. **Bégel V, Benoit CE, Correa A, Cutanda D, Kotz S. A, Dalla Bella S. 2016.** *Spared motor synchronization to the beat of music in the presence of poor beat perception.* International Conference on Music Perception and Cognition, July 5-9 (San Francisco, Californie)
4. **Dalla Bella S, Farrugia N, Benoit C. E, Bégel V, Verga L, Harding E, Kotz S. A. 2016.** *BAASTA: Battery for the Assessment of Auditory Sensorimotor and Timing Abilities.* *Behavior Research Methods*, Advance online publication
5. **Bégel V, Benoit CE, Kotz S, Dalla Bella S. 2015.** *Battery for the Assessment of Auditory Sensorimotor Timing Abilities (BAASTA): a rehabilitation perspective.* *Brams*

Tenth Anniversary Symposium. (Communication affichée)

6. **Dauvergne C, Begel V, Benoit CE, Kotz S, Dalla Bella S. 2015.** *Battery for the Assessment of Auditory Sensorimotor and Timing Abilities (BAASTA): A rehabilitation perspective.* Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 58, e72. (Communication orale)

Ces communications présentent la méthodologie d'une batterie de tests des capacités de rythme dont NaturalPad a développé une version tablette. Le but est de montrer l'efficacité de la batterie pour mettre en évidence les différences entre les individus et l'utilisabilité en contexte clinique ou d'apprentissage.

L'amélioration de la capture de mouvement

1. **Dyce W, Rodriguez N, Lange B, Andary S, Seilles A. 2014.** *Tabu search for human pose recognition.* In IS&T/SPIE Electronic Imaging (pp. 90130D-90130D). International Society for Optics and Photonics.

Cet article présente une solution d'extraction de squelette alternative à celle du SDK officiel de la Kinect de Microsoft.

2. **Bonnet V, Daune G, Dumas R, Joukov V, Fraisse P, Kulic D, Seilles A, Andary S, Venture G. 2016.** *Constrained Extended Kalman Filter For Dynamically Consistent Inverse Kinematics and Inertial Parameters Identification.* In Proceedings of the 6th IEEE RAS/EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob 2016), to appear, 2016.
3. **Bonnet V, Dumas R, Cappozzo A, Joukov V, Daune G, Kulić D, Fraisse P, Andary S, Venture G. 2016.** *A constrained extended Kalman filter for optimal joint kinematics and kinetics estimates during a sagittal symmetric exercise.* In *Journal of Biomechanics*. [http://www.jbiomech.com/article/S0021-9290\(16\)31320-3/abstract](http://www.jbiomech.com/article/S0021-9290(16)31320-3/abstract)

Ces deux articles présentent une méthode pour l'estimation en temps réel de la cinématique et des paramètres inertiels d'un sujet ainsi que la validation expérimentale de cette dernière.

4. **Bonnet V, Yamaguchi T, Dupeyron A, Andary S, Seilles A, Fraisse P, Venture G. 2016.** *Automatic Estimate of Back Anatomical Land-Marks and 3D Spine Curve from a Kinect Sensor.* Poster at the 6th IEEE RAS/EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob 2016).

Ce poster présente une méthode automatique de mesure de la courbure du dos et sans contact avec le sujet, à l'aide d'un capteur Kinect.

La visualisation d'informations médicales

1. **Purwantiningsih O, Sallaberry A, Andary S, Seilles A, Azé J. 2016.** *Visual Analysis of Body Movement in Serious Games for Healthcare*. In Proceedings of the 9th IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis 2016), 229-233, 2016.

Cet article présente une méthode de visualisation des données enregistrées lors de sessions de rééducation avec MediMoov.

La conception participative

1. **Melia G, Di Loreto I. 2014.** *Participatory Design in the Games for Health Domain: Why and for Whom?*. In *Cultures of participation in the digital age*. International workshop@ AVI-Advanced Visual Interfaces 2014.

Cet article présente les intérêts d'adopter une conception participative pour des applications dans le domaine de la santé ainsi que les difficultés que cela présente avant d'ouvrir des pistes pour les contourner.

2. **Mélia, G., & Di Loreto, I. 2014.** *Is a Culture of Participation Possible for Serious Games in the Health Domain?*. Proc. of 2nd Workshop on Cultures of Participation in the Digital Age, CoPDA'14, Como, Italy, May 27, 2014, CEUR-WS.org, online CEUR-WS.org/Vol-1640/paper4.pdf (2016).

Cette communication aborde la question de l'intérêt et des difficultés d'une culture de la participation dans le domaine de la santé.

3. **Di Loreto I, Lange B, Seilles A, Andary S, Dyce W. 2013.** *Game Design for All: The Example of Hammer and Planks*. In *Serious Games Development and Applications* (pp. 70-75). Springer Berlin Heidelberg.

Cet article présente une approche de conception participative adaptée à la conception de jeux vidéo adaptés à tous.

4 - Mémoires universitaires

Medimooov a également fait l'objet de plusieurs mémoires et rapports de stages dans le domaine de la santé et des technologies.

1. **Begel V. 2017.** *Evaluation and training of rhythmic skills via new technologies.* Mémoire de thèse de doctorat en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives. Université de Montpellier.
2. **Sanfourche T. 2017.** *L'attention visuo-spatiale et temporelle chez les patients présentant une négligence spatiale unilatérale gauche après un accident vasculaire cérébral. Effets de la réalité virtuelle sur la réhabilitation cognitive et l'autonomie.* Mémoire de recherche de master 2 Psychologie cognitive et technologies, Neuropsychologie, Neurosciences. Université Paris Nanterre.
3. **Beuret M. 2017.** *Analyse de caractéristiques visuelles par oculométrie.* Mémoire de stage de Licence 2ème année. LIRMM Université Montpellier.
4. **Segond R. 2017.** *Étude sur l'appropriation d'un Serious Game Thérapeutique par des seniors institutionnalisés.* Mémoire de recherche Master 2 Management Marketing Vente. Université Montpellier.
5. **Canteau A. 2016.** *Effets d'un programme d'activité physique adaptée comprenant des serious game sur les fonctions exécutives de personnes âgées en institution présentant des troubles cognitifs modérés à sévères.* Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master STAPS, Parcours Gestion de la Santé par l'Activité Physique pour les Personnes Âgées.
6. **Trassard B. 2016.** *Comparaison de deux programmes d'APA : physiogame vs. classique ; sur les capacités fonctionnelles, d'équilibration et la réduction du risque de chute chez les personnes âgées institutionnalisées.* Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master STAPS, Parcours Gestion de la Santé par l'Activité Physique pour les Personnes Âgées.
7. **Tabti N. 2016.** *Estimation of joint angles and segments lengths of a human using a low-cost sensor : the Kinect 2.* Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master 2 EEA Robotics 2016.
8. **Brunet F. 2016.** *Apport d'un serious game thérapeutique dans la rééducation de la négligence spatiale gauche chez des patients ayant fait un accident vasculaire cérébral droit.* Mémoire de thèse de doctorat de médecine. Université Paris XI.
9. **Kellou-Sidhoum FE. 2015.** *Utilisation d'un serious game le Hammer & Planks au service de la rééducation conventionnelle : cas des patients hémiparétiques atteints*

de troubles de l'équilibre et de la cognition. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'état de masseur-kinésithérapeute.

10. **Daune G 2015.** *Estimation of Human Body Inertial parameters using a Kinect 2.* Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master 2 à l'UTC 2015.
11. **Picart C. 2015.** *Étude du marché des EHPAD - Benchmarking de jeux de mouvements.* Master en Management et Game Design, Supinfogame Rubika.
12. **Donnay B. 2015.** *Rééducation via le jeu vidéo et les interfaces gestuelles - De la théorie à la mise en pratique sur une pathologie de rééducation de l'épaule.* Master 2 Professionnel en Arts Plastiques : spécialité Fictions Numériques
13. **Édouard F. 2014.** *Évaluation d'une nouvelle méthode de rééducation de l'équilibre chez les personnes âgées à travers l'utilisation d'une nouvelle interface thérapeutique sur Kinect : Le Jeu Hammer & Planks.* Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'état en Kinésithérapie.
14. **Landomiel A. 2014.** *Intégration des Réseaux Sociaux dans un Serious Game pour la Rééducation.* Mémoire de Master 2 Bio-informatique, Connaissances, Données (UM2).
15. **Fidahoussen Patel B. 2014.** *Développement de prototypes de jeux pour la santé et prise en main d'interfaces naturelles.* Stage de Master 2 Informatique (UM2)
16. **Landomiel A. 2014.** *Augmenter la Motivation d'un Patient grâce aux Serious Games.* Étude bibliographique Master 2 Bio-informatique, Connaissances, Données (UM2).
17. **Ivorra A. 2013.** *Dites Wii à la thérapie - La réalité virtuelle, un nouvel outil de rééducation en ergothérapie ?.* Mémoire présenté dans le cadre du Diplôme d'État d'Ergothérapeute.
18. **Mélia G. 2013.** *Vers une méthode de conception de jeux vidéo sérieux à but thérapeutique et adaptation de la difficulté.* Stage de Master 2 Informatique (UM2).
19. **Dyce W. 2013.** *Extraction de squelette et interaction naturelle.* Stage de Master 2 informatique (UM2).

5 - Partenaires de recherche

NaturalPad entretient de nombreux partenariats de recherche. Parmi les chercheurs avec lesquels NaturalPad interagit pour le développement de MediMoov, nous pouvons citer :

Hubert BLAIN

Professeur d'Université - Praticien Hospitalier (PU-PH); interne et gériatre. Responsable du Centre Régional Équilibre et Prévention de la Chute, Pavillon Antonin Balmès, CHU de Montpellier. Membre de la [SFGG](#) et de l'[EUGMS](#).

Isabelle LAFFONT

Professeur d'Université - Praticien Hospitalier (PU-PH).
Coordonnateur du département Médecine Physique de Réadaptation (MPR), CHU de Montpellier. Membre de la [SOFMER](#).

Arnaud DUPEYRON

Professeur d'Université - Praticien Hospitalier (PU-PH).
Chef de service du département Médecine Physique de Réadaptation (MPR), CHU de Nîmes. Membre de la [SOFMER](#).

Marika URBANSKI

Docteur en Neuropsychologie
Service de Rééducation Neurologique adulte, Hôpitaux de Saint-Maurice.

Denis MOTTET

Professeur de Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives membre du Laboratoire [EuroMov](#), Université de Montpellier.

Ines DI LORETO

Enseignant Chercheur en informatique à l'Université Technologique de Troyes ([UTT](#)), membre de l'équipe [Tech-CICO](#).

Nancy RODRIGUEZ

Maître de Conférences en informatique à l'Université Montpellier 2, membre de l'équipe ICAR au Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier ([LIRMM](#)).

Gentiane VENTURE

Professeur en robotique à la Tokyo University of Agriculture and Technology ([TUAT](#)) au Japon.

Pascal SALEMBIER

Professeur titulaire en ergonomie cognitive et en *interaction design* à l'Université Technologique de Troyes ([UTT](#)). Directeur du GIS pour l'Unité des Technologies et des Sciences de l'Homme.

Philippe FRAISSE

Professeur en robotique à l'Université de Montpellier et membre des équipes IDH et DEMAR au Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier ([LIRMM](#)). Diplômé de l'École Normale Supérieure de Cachan.

Simone DALLA BELLA

Docteur en neuropsychologie expérimentale, professeur en sciences du mouvement à l'Université de Montpellier et membre du laboratoire [EuroMov](#).

Vincent BONNET

Docteur en robotique, chargé de recherche à l'université de Paris Est Créteil ([u-pec](#)).

Arnaud SALLABERRY

Maître de conférence en informatique à l'Université Paul Valéry de Montpellier, membre de l'équipe ADVANSE du Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier ([LIRMM](#)).