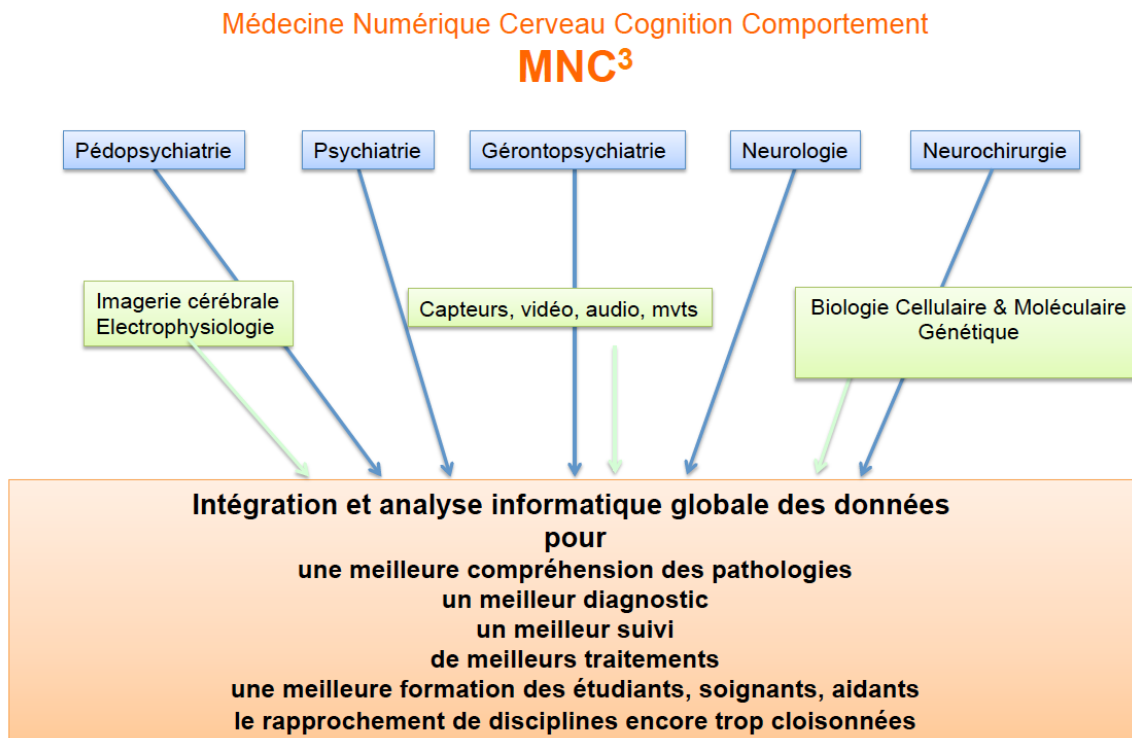


## Médecine Numérique : Cerveau, Cognition et Comportement (MNC3)

Rédacteurs: Nicholas Ayache et Philippe Robert

**Résumé :** MNC3 est un projet d'excellence en médecine numérique pour les maladies neurologiques et psychiatriques. Ce projet fédérateur permettrait, pour la première fois, d'analyser conjointement les données de neuro-imagerie, de comportement/cognition et de biologie/génomique pour un diagnostic et une prise en charge plus efficace des patients. Il permettrait de renforcer de façon considérable les collaborations entre Inria, UNS, CHU et IPMC en créant de nouveaux liens, de nouvelles données, et de nouvelles thématiques de recherche au meilleur niveau mondial. Ce projet qui s'insère naturellement dans l'axe interdisciplinaire Neurosciences de l'UCA implique des acteurs majeurs des deux FHU labellisés par le CHU en 2015. Il est soutenu par 15 équipes pluridisciplinaires.

### Le projet MNC3

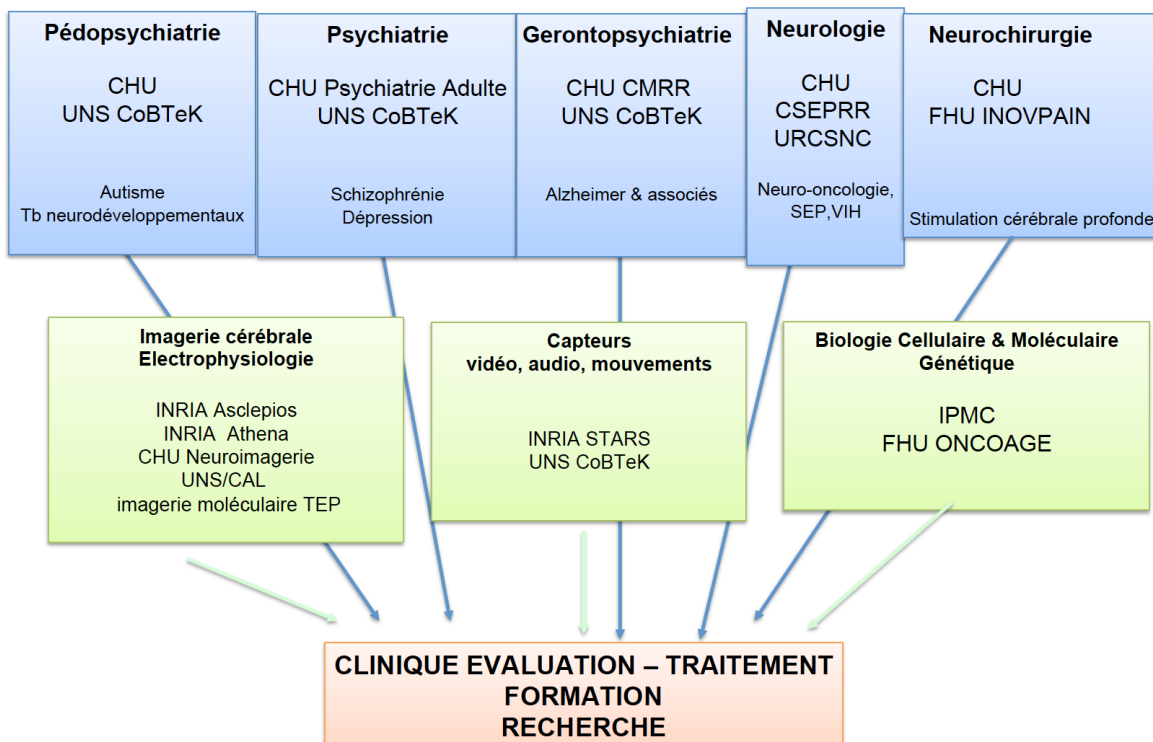


L'objectif du projet MNC3 est de promouvoir l'utilisation de l'informatique et des nouvelles technologies pour assister les médecins et les professionnels de santé dans le diagnostic, le traitement et le suivi thérapeutique des maladies neurologiques et psychiatriques et leurs conséquences aux niveaux des cognitions et comportements. En effet une majorité de maladies neurologiques et psychiatriques n'ont pas de marqueurs biologiques suffisamment sensibles et spécifiques pour en faciliter le diagnostic et le suivi. De plus l'interaction entre ces marqueurs biologiques et la sémiologie clinique objective et subjective est insuffisamment explorée.

Il s'agit donc d'acquérir sur les patients des données anatomiques et fonctionnelles du cerveau (imagerie médicale multimodale, électrophysiologie), des données biologiques et génomiques, ainsi que des mesures dynamiques des cognitions, comportements et émotions utilisant pour compléter l'observation clinique des capteurs vidéo, audio, de mouvements (technologies de l'Information et de la communication -ICT). Ces données seront alors traitées dans leur globalité par des algorithmes sophistiqués afin de mieux comprendre et quantifier le développement de la maladie, ainsi que l'efficacité de la prise en charge thérapeutique. De nouvelles approches thérapeutiques pourront ainsi être évaluées de manière quantitative dans le cadre de ce projet.

La collecte de l'ensemble de ces mesures sur des patients atteints de maladies neurologiques et psychiatriques, ainsi que leur analyse conjointe et automatisée n'ont jamais été entreprises auparavant. Il s'agit donc d'un projet très original associant clinique, ICT et biologie.

### Médecine Numérique Cerveau Cognition Comportement **MNC<sup>3</sup>**



MNC3 s'appuie sur l'existence de projets collaboratifs très forts existant déjà entre le CHU, l'UNS, Inria, et l'IPMC qui couvrent certains aspects de ce projet fédérateur :

- Relation CoBTeK – STARS : L'équipe de l'UNS CoBTeK fait le lien avec différentes équipes du CHU de Nice pour l'évaluation et la stimulation des patients :

- o avec le Centre Mémoire de Ressources et de Recherche (CMRR) pour les patients souffrant de la maladie d'Alzheimer et des pathologies associés

o avec le service universitaire de neurochirurgie pour les patients bénéficiant d'intervention destinée à la stimulation cérébrale profonde (Parkinson, Alzheimer...)

o avec le service universitaire de psychiatrie pour les patients souffrant de schizophrénie ou de dépression

o avec le service Universitaire de Psychiatrie de l'enfant et de l'Adolescent (SUPEA) pour l'autisme.

L'objectif est d'utiliser dans ces différentes populations des capteurs ICT (vidéo, audio pour détecter d'une manière objective les troubles du comportement, des émotions et des cognitions

- Relations Asclepios - CMRR - CoBTeK : analyse temporelle et spatiale très fine de l'atrophie cérébrale dans la maladie d'Alzheimer, les troubles associés et les troubles psychiatriques à partir de séquences longitudinales d'images de résonance magnétique structurales
- Relations Athena - Neurochirurgie : construction d'une représentation anatomo-fonctionnelle des graphes de connectivités du cerveau grâce à l'IRM pondérée en diffusion et à l'électrophysiologie.
- Relations STARS – Asclepios - CoBTeK : analyse et relation des patterns comportemental, cognitif et fonctionnel mis en évidence par l'utilisation de capteurs ICT (vidéo, audio...) avec les données de l'imagerie cérébrale dans les pathologies neurologiques et psychiatriques et dans des populations très différentes (enfant, adulte, senior)
- Relations Asclepios – Neurologie – CSEPRR – URCSNC – fédération de Neuro Oncologie : analyse spatiotemporelle de l'évolution des lésions de sclérose en plaques à partir de séquences longitudinales d'images de résonance magnétique multi-séquences. Mesures quantifiées de liens entre cognition et anatomie chez les patients VIH à partir d'images de résonance magnétique et de tests cognitifs spécifiques. Analyse quantifiée de l'évolution de gliomes à partir d'IRM multi-séquences.
- Relations IPMC – CoBTeK - SUPEA: pour les recherche d'anomalies génétiques chez les enfants souffrants d'autisme et de schizophrénie précoce associés et leurs parents (étude de trios) ainsi que les troubles neuro-développementaux à expression psychiatrique.

Le projet de Médecine Numérique Cerveau Cognition Comportement MNC3 permettra d'amplifier considérablement ces collaborations, d'en créer de nouvelles entre l'ensemble des acteurs, entre les domaines d'utilisation quotidienne des ICT pour évaluation ou stimulation et les marqueurs biologiques utilisés dans ces pathologies. Il permettra d'amplifier les capacités d'analyse de l'évolution de nombreuses maladies neurologiques et psychiatriques comme :

o Les maladies neurodégénératives (Alzheimer, Parkinson, Huntington, sclérose en plaques, etc.),

o les maladies neuro-oncologiques (gliomes, etc.),

o les maladies psychiatriques (schizophrénie, dépression, anxiété, autisme)

MNC3 permettra également d'étudier de nouvelles approches thérapeutiques, et d'en évaluer les effets de manière objective et quantifiée. Notons par exemple :

- l'utilisation de nouveaux médicaments
- la stimulation électrique cérébrale profonde de certaines régions du cerveau dans les

## pathologies neuropsychiatrique et le traitement de la douleur

- la stimulation magnétique transcranienne de certaines régions du cerveau
- l'utilisation des applications ICT pour stimuler cognition, comportement et motricité

Le projet MNC3 permettra d'associer des champs de connaissance encore trop artificiellement séparés. Il aura des conséquences importantes en terme **d'enseignement** en multipliant les passerelles entre les activités déjà en place (UNS master 2 International CBB ; CHU médecine, disciplines paramédicales, UNS sciences humaines, technologie) et pourrait s'insérer naturellement dans une future formation UCA Idex de type ESPER en « Médecine numérique ».

Un premier cercle de porteurs du projet MNC3 se répartit entre Inria, CHU/UNS et IPMC. Un deuxième cercle pourra aussi intégrer d'autres équipes de l'Université tant dans les domaines de la technologie, des sciences humaines et de la médecine. Sur ces thématiques, les porteurs du projet ont des partenariats étroits avec des acteurs **académiques** et **industriels** de premier plan au niveau mondial (Universités de Stanford, USC (Los Angeles), UCSF (San Francisco), MIT (Boston), UCL et ICL (Londres), TUM (Munich)... ainsi qu'avec les industriels Microsoft Research (Cambridge), Siemens (Princeton), Philips et IBM...

Le projet MNC3 s'insère naturellement dans l'axe interdisciplinaire de recherche «**Neurosciences** » de l'UCA. Il implique des partenaires des deux FHU labellisés fin 2015. Cette interaction est très forte au niveau des outils mis en place dans MNC3 et des projets complémentaires proposés par le FHU INOVPAIN. Ceci est aussi d'un grand intérêt dans le cadre du FHU ONCOAGE pour les populations de sujets âgés présentant des troubles cognitifs ou comportementaux.

### Liste des participants du premier cercle du projet MNC3 :

INRIA	UNS	CHU	IPMC
Asclepios	CoBTek	Neurologie	Plateforme de génomique fonctionnelle
Athena	Imagerie moléculaire	Neurochirurgie	Biologie cellulaire & moléculaire du Vieillessement
Stars		Neuroimagerie	Physiopathologie du retard mental et de l'autisme
		Douleur DEDT	Dynamique des membranes et manteaux protéiques
		Psychiatrie adulte	
		Psychiatrie enfant & adolescent	
		Geronto Psychiatrie	
		CMRR	

- Inria : Asclepios (Analyse images médicales) : Nicholas Ayache, Xavier Pennec, Hervé Delingette, Maxime Sermesant
- Inria: Athena (imagerie computationnelle SNC) Rachid Deriche, Maureen Clerc, Demian Wassermann, Théo Papadopoulo
- Inria : Stars (analyse spatio-temporelle des capteurs intelligents) François Bremond et al.
- CHU : Centre Mémoire (Philippe Robert, Renaud David)
- CHU : Service Universitaire de Psychiatrie (Michel Benoit, Bruno Giordana, Laurent Gugenheim, David Bensamoun)
- CHU : service Universitaire de Psychiatrie de l'enfant et de l'Adolescent (Florence Askenazy, Suzanne Thummler)
- CHU : Neurochirurgie et FHU INOVRAIN - DEDT (Denys Fontaine, Michel Lantéri-Minet)
- CHU : Neurologie CSEPRR - URCSNC (Christine Lebrun-Frenay, Mikael Cohen)
- CHU : Neuroimagerie (Stéphane Chanalet, Lydiane Mondot)
- UNS CAL : imagerie moléculaire TEP (Jacques Darcourt)
- UNS : CoBTeK (Valeria Manera, Jeremy Bourgeois, Philippe Robert)
- IPMC : Plateforme de génomique fonctionnelle (Pascal Barbry)
- IPMC : Biologie Cellulaire et Moléculaire du vieillissement cérébral normal et pathologique (Fredéric Checler)
- IPMC : Physiopathologie du Retard Mental et de l'autisme (Barbara Bardoni)
- IPMC : Dynamique des membranes et manteaux protéiques (Hélène Barelli)
- FHU OncoAge (Paul Hofman)

Un deuxième cercle de partenaires permettra de proposer l'expérience acquise à d'autres pathologies et aussi d'associer d'autres disciplines dans le champ des sciences humaines et sociales et de l'innovation durable.