

Laboratoire EVCAU

Axe thématisé

Architecture, numérique et systemic design

MEMBRES DE L'AXE Thématisé : Elizabeth MORTAMAS HDR, Patrice CECCARINI, Pascal TERRACOL Claire BAILLY, Jean MAGERAND HDR, Emmanuel DOUTRIAUX, Christian MORANDI, Toufik HAMOUDI (membre associé), Eve ROSS HDR, André DEL, Frank CHOPIN, Olivier BOUET, Niccolèta TRASI (membre associée au 01/09/2017), Patrick BOTTIER (membre associée au 01/09/2017), Nader BOUTROS, Olivier CELNIK.

I. Présentation et enjeux méthodologiques

Très structuré par les enjeux et recours aux technologies numériques cet axe thématisé s'organise en deux grandes problématiques de recherche interdépendantes.

La première, « *Architecture et Numérique* » observe le devenir des technologies numériques en relation avec les problématiques du projet au sens large. Cette problématique interroge l'histoire de ces technologies, leurs évolutions et la manière dont elles transforment nos domaines d'activités. Elle inclut une veille technologique associée à une analyse critique (par exemple celle du BIM). Cette problématique aborde une dimension prospective s'intéressant à l'hybridation des problématiques, aux volumes de données que l'on peut collecter et en particulier à celles accessibles via les réseaux.

La seconde, « *Systemic Design et écologies projectives* » s'intéresse aux méthodes et théories en provenance :

- des sciences du vivant : la morphogenèse, les modèles écologiques, le biomimétisme),
- des sciences de l'information et de la communication (la cybernétique, le big-data, la robotique),
- des sciences de la complexité : démarches systémiques, écologie profonde (écosophie), systèmes de décision

sont autant de champs du savoir que cette problématique mobilise afin de définir ses objets d'observation pour élaborer ses modèles d'analyse et de prospective. Les connaissances et problématiques extraites de ces domaines sont replacées, selon une approche holistique, dans le champ des sciences de la conception architecturale puis déclinées en termes de recherches expérimentales (*projetation globale* instrumentée). Les modes génératifs, les organisations paramétrées, les systèmes auto-organisés en provenance du biologique ou du numérique sont testés à partir d'observations scientifiques. Ces démarches innovantes sont élaborées et testées dans des cadres expérimentaux. Elles s'appliquent aux domaines de la conception des organisations construites, urbaines, rurales, plus largement territoriales et sociales.

II. Les problématiques de recherche

Problématique 1 : Architecture et Numérique

L'axe thématisé Architecture et Numérique rassemble les enseignants-chercheurs, chercheurs et doctorants de l'EVCAU qui travaillent à l'approfondissement des questions posées au domaine de l'architecture, de la ville, du patrimoine et du paysage par les

technologies du numérique sur les plans de la conception du projet et de la production, et plus largement de l'organisation de nos sociétés.

Il doit son fondement aux développements multimorphes et massifs des techniques et supports numériques dans la société. L'univers numérique ne cesse de s'enrichir de nouveaux domaines, de conquérir de nouveaux territoires, de s'ouvrir à de nouveaux publics.

La diffusion massive des logiciels dédiés à la représentation du projet d'architecture, la capacité de calcul et de stockage des ordinateurs - associée à leur diffusion mondiale dans les écoles et les universités d'architecture ont considérablement modifié les schèmes de la création architecturale contemporaine, cette évolution est toujours à l'œuvre et alimente les paradigmes de la conception architecturale et urbaine contemporaine.

Si l'axe numérique valorise les formes applicatives de la recherche, et se distingue par une relation soutenue aux activités de recherche et développement des acteurs économiques du secteur, il ne fait ainsi pas l'économie de son inscription dans ce riche environnement de la connaissance, ni de prospections théoriques sur les mutations de l'activité de projection, ni encore sur les enjeux critiques de ces nouveaux développements et les interrogations auxquelles ils engagent quant au sort de la démocratie dite 2.0.

Les pratiques professionnelles, pédagogiques, sociales sont questionnées, dans leur qualification ordinaire et à leur niveau expérimental, sous leur éclairage historique, pour leurs inférences philosophique et politiques ; le séminaire doctoral ACN (Architecture et Culture Numérique) ayant pour objet la diffusion des connaissances et la constitution d'une pensée théorique et critique, de contribuer, dans les domaines qui sont les nôtres, à une épistémologie du numérique.

La diversité de la composition et de l'équipe et la multiplicité des groupes de discipline représentés (TPCAU, VT, Informatique, STA, ATR) permettent de travailler sur des objets ouverts, dont les liens seront renforcés par le montage de projets de recherche mobilisant les spécificités de chacun. Les horizons problématiques ci-dessous traduisent et rassemblent les domaines d'activités qui forment les cadres généraux de travail à venir, en s'appuyant sur les travaux et expériences antérieures ou actuelles des chercheurs engagés dans l'axe numérique.

Ils nécessitent pour leur bonne compréhension de passer en rappel les différents facteurs de transformation que ces techniques impliquent :

- Réquisition et modélisation de l'information
- Mémorisation, organisation et partage des données
- Association de données, calculs et simulations
- Restitution polymorphe et partage des données
- Connexion et échanges entre acteurs

L'ensemble des recherches abordées peut se décliner de façon suivante :

A. Epistémé du numérique

Histoire et réception des technologies numériques

L'histoire des technologies numériques à destination de l'enseignement de l'architecture. La présence de l'informatique liée aux moyens de représentation et

de calcul utilise massivement l'informatique et bien sûr plus spécifiquement ceux de l'informatique graphique. Par ailleurs l'usage de ces outils sur la dimension sensible est également une des problématiques de l'axe numérique.

L'articulation entre la réception de l'histoire et le devenir des technologies numériques dans le champ de la pratique actuelle de l'architecture et de son enseignement est un objet de recherche à part entière.

Ce contexte s'inscrit dans une continuité épistémologique avec les problématiques de l'axe Modèles et temporalités : l'architecture entre modèles et discours dont il constitue un des développements complémentaires.

Sciences humaines : Des humanités numériques

Les développements des humanités numériques peuvent être compris comme une hybridation des méthodes et outils développés dans les sciences et techniques de l'information pour ouvrir de nouvelles approches et démarches dans les différents domaines des sciences humaines et sociales

B. Recherche appliquée

Veille technologique

L'une des problématiques majeures de l'axe s'inscrit dans une activité de veille technologique, d'observation des pratiques in situ. La multiplicité des outils et dispositifs numériques qui constituent la boîte à outils actuellement disponible nécessite également, pour soutenir cette démarche, une veille active, c'est-à-dire une évaluation de la pertinence de leur utilisation pour nos domaines de connaissance et d'analyse. Une attention particulière est portée aux échanges interdisciplinaires notamment sur le processus BIM ou les processus intégratifs pour l'architecture.

BIM

La réception du BIM dans la pratique opérationnelle des agences d'architecture constitue les éléments d'une recherche en cours sur l'analyse de l'évolution du métier. A ce titre les écoles d'architecture constituent par leur diversité et la variété des professionnels et des disciplines qui y sont présentes un terrain d'expérimentations et d'analyses pertinentes. Il s'agit ainsi d'interroger et de préciser les perspectives de l'enseignement du BIM, d'expérimenter les outils et méthodes de collaboration, de comprendre les difficultés possibles et les moyens de les surmonter.

Intégration des flux

On parle ici des outils de représentation urbains et de la grande échelle, du paysage (SIG) ou de géographie procédurale s'appuyant sur des heuristiques alimentées par le Big Data. Les dispositifs diagrammatiques ainsi que les raisonnements systémiques constituent les bases de structures de projection à définir.

Restitutions patrimoniales

Cette thématique, depuis longtemps installée au sein du laboratoire EVCAU, s'organise en deux sous-thèmes : celui de la reconstruction numérique et de la modélisation d'éléments du patrimoine et celui des systèmes d'informations pour le patrimoine. Elle est le terrain de nombreuses expérimentations et recherches du fait

de la diversité des outils, dispositifs numériques et méthodes déployées et de la simplification des procédés mis en œuvre ainsi que de leurs convergences : photogrammétrie rapprochée et aérienne (drone), lasergrammétrie, modélisation 3D, BD, SIG.

Le numérique apparaît aussi ici comme un ensemble de dispositifs comme la Réalité Virtuelle et la Réalité Augmentée qui permettent d'offrir de nouvelles possibilités de rendre accessibles « à tous » des œuvres. Dans cette perspective de nouvelles approches peuvent être interrogées comme le Big Data et l'intelligence artificielle

C. Recherche fondamentale et analytique

Recherche en morphologie analytique

À l'heure de la maturité des outils numériques, la permanence du vocabulaire de la géométrie, sa connaissance et sa transmission sont précieuses pour aborder les modalités de la création architecturale dans un monde contemporain où, l'immanence, la célérité, l'ubiquité et l'évolution des performances de calcul en constituent les spécificités. À l'heure du BIM, de l'architecture paramétrique et de l'impression 3D qui nécessitent tous trois un modèle numérique, la géométrie est une culture plus que jamais sous-jacente à la connaissance des processus de conception architecturale. Du point de vue de la géométrie analytique et différentielle, la recherche en morphologie analytique ou form finding permet de décrire de manière très concise une œuvre architecturale.). Cette problématique pose la question de l'identification des modèles analytiques à partir d'un corpus d'œuvres architecturales identifiées de l'architecture classique à l'architecture contemporaine.

Intelligence Artificielle

Il s'agit là de l'identification d'outils, de travaux et de méthodologie permettant la classification de modèles architecturaux utilisant les modèles neuronaux et d'apprentissage en intelligence artificielle de manière à établir des typologies exploitables pour l'analyse et la réception critique des paradigmes de l'architecture au sens large et quelles modifications des pratiques professionnelle ces technologies permettent-elles d'envisager à court et à moyen terme.

Problématique 2 : Systemic Design et Ecologies projectives

Les recherches de "Systemic Design et Ecologies projectives" se focalisent sur la question de la génétique des formes et des organisations des territoires habités qu'il s'agisse de grands territoires, agglomérations urbaines, édifices ou objets. L'approche morphogénétique explique l'apparition-disparition des écoumènes humains et de l'ensemble des formes habitées organisées. Aussi, le phénomène architectural / architectonique est considéré non pas comme un fait simplement "culturel" et "artistique" mais comme un phénomène écosystémique (von Humboldt, Darwin) artefactuel dont les processus de genèse (d'émergence) sont en tous points similaire à ceux de la nature c'est-à-dire comme une émergence (formation) produite par l'interaction de deux facteurs croisés ; le premier est propre au milieu-environnement physique-naturel (Biome), le second, étant de l'ordre anthropologique-culturel. D'emblée, notre approche est à la fois adaptée à l'analyse et à la conception des entités territoriales: elle est une méta-écologie faisant partie des Projective Ecologies (Écologies projectives).

Trois aspects peuvent être distingués :

A. Systemic design, profilage architectural et interactions socio-comportementales avec le milieu.

La compréhension des conditions d'émergence des organisations habitées (œcoumènes) donne lieu à la création de cette problématique spécifique dont les retombées économiques et sociales pourraient se révéler importantes pour l'amélioration des modes et des conditions de vie des humains mais aussi pour l'équilibre écologique de la planète (*Sustainability*): on expliquera et clarifiera les dysfonctionnements spatiaux et comportementaux (sociaux, psychologiques, psychanalytiques) afin de donner en retour les moyens d'agir avec plus d'efficacité et de précision lors du profilage (morphogenèse) architectural des dispositifs tectoniques. L'objectif de *Systemic Design et Ecologies projectives* est de contribuer à faire que la conception architecturale à l'instar de l'art médical soit une action correctrice et équilibrante, générative et intentionnelle des territoires habités. La recherche architecturale dans ce domaine, encore largement en friche. Pourtant ces nouvelles approches et méthodologies sont la clef des futures pratiques de l'architecture, de l'urbanisme et de l'aménagement des territoires habités.

B. Big-Data, Traitement de données et modélisation des processus génétiques

Un deuxième aspect de notre programme de recherche prend sa source et ses préoccupations dans l'élaboration de nouvelles démarches de projet et de dispositifs théoriques et de modélisation. De ce fait nous explorerons les implications et les transformations induites par l'impressionnante évolution de l'offre en outils méthodiques et technologiques. Nous observons les effets de l'usage et de la diffusion large des dispositifs numériques sur la pratique du territoire et sur les manières de le gouverner ou de le fabriquer. Ce programme s'appuie sur une approche, épistémologique et théorique, transdisciplinaire de la morphogenèse architecturale, urbaine et territoriale faisant appel à un corpus de connaissances. Celui-ci renvoie aux techniques et outils de la cartographie, aux moyens numériques de visualisation de données, aux approches digitales paramétriques, aux algorithmes de traitement de la Big Data (data masse) et aux méthodes de modélisation des phénomènes complexes, dynamiques, physiques et sensibles.

C. Bionumérique, bio-mimésis, sciences cognitives et milieux.

Enfin, les développements théoriques touchent tous les aspects des territoires habités, depuis les grands territoires, jusqu'aux espaces restreints des pièces minimales d'habitation. En ce sens, la dimension écosystémique, en tant que méthode analytique et projetuelle, articule tous les niveaux scalaires mais aussi disciplinaires. La notion de bio-numérique permet de problématiser les tenants et aboutissants d'une continuité fusionnelle entre les recherches en sciences de l'information et de la communication, en organisation biologique, et en habitabilité des villes du futur. Ces travaux sont menés tant en termes de recherche académique qu'en termes de recherche expérimentale, par le projet. Ils impliquent des recherches en matière de bio-architecture, de bio-mimesis, mais aussi en termes comportementaux de la psychologie de l'environnement. Ainsi s'est ouvert un champ de collaboration transdisciplinaire où le monde informatique est non seulement un outil mais aussi un support instrumental sine-qua non.

Hypothèses, domaines de recherche et objectifs

La compréhension de la genèse et de l'organisation des mégapoles, des conurbations urbaines, des villes et des grands territoires habités, se base désormais sur le traitement des données numériques et à partir de la création de modèles explicatifs de

la genèse des écoumènes humains. Ceux-ci ont pour objectif de donner aux concepteurs (entendus au sens large et pluridisciplinaire) une meilleure compréhension des facteurs complexes, des conditions et de la nature des processus de leur émergence. Ces traitements et modèles ont pour vocation non seulement de permettre de mieux comprendre les entités étudiées mais surtout de donner un meilleur contrôle de leur processus de conception / production par la maîtrise et la manipulation de leurs propriétés naturelles. Par un codage des données (ou facteurs) numériques, en établissant un classement, une sorte de "carte d'identité" de leurs caractéristiques et variétés du contexte étudié, on instaure un accès concret aux phénomènes physiques et comportementaux et à leur « plasticité » morphologique, laquelle confère la possibilité d'une manipulation-transformation de leurs propriétés. Les opérations-modifications du code numérique offrent l'opportunité de représentations projectives (processus de conception architecturale), de mutations des propriétés du milieu-environnemental en le reconfigurant à partir de la correction des dysfonctionnements et besoins.

Le codage virtuel des propriétés d'un territoire naturel et/ou anthropique fait que l'on peut parler de "quasi-génétique" architecturale : c'est à partir de cette dernière que l'on pourrait élaborer les nouvelles organisations des milieux humains. Ces procédures auraient des conséquences écologiques et des effets sociétaux et comportementaux (psychiques/somatiques) inédits impliquant un changement radical de paradigme de la théorie et de la pratique de l'architecture actuelle, la rapprochant des méthodologies des sciences écologiques, biologiques et médicales. Les protocoles se fondent sur quatre phases majeures : (1) à partir de l'observation d'un contexte donné, (2) on établit un diagnostic mettant en évidence les qualités et dysfonctionnements de celui-ci. (3) Celui-ci donne à son tour par la manipulation et l'interprétation des données (herméneutique) une stratégie architecturale à la fois de localisation et de programmation potentielles. C'est à partir de celle-ci que l'on peut engager (4) les processus (morphogénèse) de profilage architecturaux-architectoniques produisant les morphologies architecturales (prothèses) en tant qu'artefacts, édifices ou organisations. Cette dernière étape peut être qualifiée de morphogénèse projective. Elle peut être ou équilibrante, "soignantes", réparatrices, restauratrices ou constituantes. Ces processus de conception forment un corpus instrumental supportant le développement soutenable que l'on qualifiera de Systémique Architecturale (Systemic Design) laquelle fait partie des écologies projectives.

Les domaines d'investigations sont les suivants:

- Cognition et modélisation des processus de conception en architecture, Épistémologie et systémique architecturale (les modes génératifs).
- Sciences des langages, de la communication et de l'information, Sciences cognitives appliquées à l'observation, à l'analyse et à la conception des territoires habités.
- Les méthodologies projectives architecturales soignantes et instruments (modélisations) permettant l'action réparatrice des territoires (Analyse spatiale, SIG, CIM).
- Les méthodes de traitement et d'automatisation des informations spatiales et temporelles et de profilage de formes architecturale et architectoniques
- L'adéquation des artefacts en termes prothétiques d'environnements, de milieu et bio-numériques.

Systemic Design et Ecologies projectives a donc pour objectifs de :

- Proposer des réponses aux enjeux professionnels et scientifiques de la société numérique contemporaine dans le cadre du projet architectural, urbain et territorial.
- Proposer des méthodologies et des outils de modélisations des territoires comme réalités complexes et des processus collaboratifs pour son intelligibilité et sa co-construction.
- Développer des approches de simulation à partir de la modélisation de l'ensemble des données d'un cas d'étude.
- Offrir un modèle intégratif et systémique d'analyse et de prospective territoriale qui explore les conditions d'émergence de nouvelles intelligences.
- Produire des analyses et études interdisciplinaires autour de cas concrets ou de plateformes collaboratives (observatoires, gestion des risques, etc.)

III. RECHERCHES ET PERSPECTIVES (2018/2023)

Problématique Architecture et Numérique

Ici, il est à noter que la dissémination des connaissances et des savoirs acquis par la recherche alimente de nombreux séminaires, cours et conférences. On peut ainsi citer :

- Le séminaire doctoral ACN,
- Le séminaire de Master 1 « De la maquette Numérique au BIM » (depuis 2016).
- Le cours optionnel de M1 « Génération numérique vocabulaire de la géométrie » et « Génération numérique 2 : géométrie paramétrique » (depuis la rentrée 2015).
- Le groupe de projet de M1 « Génération numérique, expérimenter en milieu urbain » (depuis 2016).
- Le cours optionnel ouvert aux étudiants de Master 1 de l'école et de la spécialité de master VAP « Modélisation et reconstruction numérique pour le patrimoine » (depuis 2009).
- Le séminaire optionnel pour la spécialité de master 2 VAP Pro (préparation aux concours de l'INP) « Outils numériques pour la valorisation du patrimoine ». (depuis 2015).

On souhaite continuer dans cette dynamique avec au fur et à mesure des avancées technologiques la proposition d'autres cours et séminaires

Les projets sont :

La poursuite du séminaire doctoral autour des problématiques afférant à la culture du numérique et à la diffusion du numérique dans l'architecture, la construction, l'urbanisme et le patrimoine, selon une thématisation annuelle progressivement affinée en la phase actuelle de maturation (création 2016), et en alternant interventions en R&D des acteurs économiques du secteur, interventions à visée théorique de chercheurs, et formes hybrides de recherche-action.

L'archivage et la valorisation des séminaires doctoraux

La continuité de la veille technologique qui nous semble essentielle et qui s'inscrit dans l'évolution des capacités de calculs, de dépôt de ces calculs, d'interfaces selon les modalités de la Réalité Virtuelle, de la Réalité Augmentée, du « Make in Space » c'est-à-dire d'outils multiples à portée du plus grand nombre convoquant des modalités spatiales, l'utilisation de capteurs et de processus numériques.

Un lien institutionnel fort devrait être stabilisé avec le pôle de compétitivité Cap Digital qui représente un potentiel applicatif convoquant à la fois les modalités spatiales et technologiques au sens large.

Nos relations avec Paris 7 et les établissements de la COMUE USPC nous permettront de développer nos relations avec un certain nombre de laboratoires comme : l'Institut de Recherche en Informatique Fondamentale (IRIF) ; l'UMR 7030 : Laboratoire d'Informatique de Paris-Nord (LIPN) ; l'EA 3043 Laboratoire de Traitement et Transport de l'Information (L2TI),...

EduBim qui représente une ouverture pragmatique vers la formation initiale, la possibilité de développer des problématiques aux frontières de l'enseignement, la production et de la recherche. La direction scientifique d'EduBIM 2018 sera assurée par M. N. Boutros. EVCAU et l'ENSAPVS souhaitent organiser les journées EduBIM 2019 ou 2020.

A la suite de l'appel infructueux à APG ANR 2017 les liens avec le Le2i de l'Université de Bourgogne (voir aussi problématique 2 : Systemic design et écologies prospectives) et le XLIM de l'Université de Poitiers doivent être renforcés afin de poursuivre et de formaliser un projet de recherche portant sur la modélisation topologique et hiérarchique pour la modélisation architecturale à l'aide notamment de l'utilisation de fractales multi-échelles.

Problématique Systemic design et écologies projectives

Applications pratiques et expérimentales

- Concernant les méthodologies articulant les procédures cognitives analytiques et projectives:

Une collaboration scientifique et de moyens a été fondée avec la Ville d'Urbino (Italie), site inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO (Participation à la production du nouveau Plan Régulateur Général (2005-2010). La convention a été renouvelée pour un nouveau cycle quadriennal (2010-2014). Une troisième convention devrait être signée prochainement avec le laboratoire EVCAU et la ville d'Urbino pour la période quadriennale de 2017-2021 pour la mise en place d'un observatoire stratégique pour le développement de la ville et de son territoire.

- Concernant les enjeux écosystémiques et bio-numériques :

. la collaboration avec l'université de Yeungnam à Daegu en Corée du Sud est menée depuis 2012, sur le thème « bio-digital city » : cette collaboration a donné lieu à plusieurs workshop et séminaires de recherche, soit en Corée du Sud (2013, 2014, 2016), soit en France (2012, 2013, 2016)

. des séminaires de recherche et de projet expérimental ont été menés en partenariat avec différents organismes (Atelier International du Grand Paris, 2012 ; Mons, capitale européenne de la culture, 2015 ; Cité des sciences et de l'industrie, 2013, 2015, 2016, 2017.

Cette collaboration et ces séminaires seront poursuivis dans le quinquennal 2018/2022.

Programmes de séminaires, colloques et journées d'études

- Le séminaire commun transdisciplinaire « Morphodynamiques : esthétique, sciences de la nature et sciences sociales », depuis 2001. Organisation : A. Sarti CNRS, P. Ceccarini EVCAU/Ensa-PVS, S. Franceschelli, ENS-Lyon, M. Gribaudi, EHESS, H. Lebras, EHESS. Laboratoire de Démographie et d'Histoire Sociale (LaDéHis), Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris (EHESS). Ce séminaire sera poursuivi.
- L'élaboration d'un projet de Master International de spécialisation « *Systemic Design and Projective Ecologies* ». En collaboration avec Paris 7 Diderot et Paris 1 Sorbonne pour l'année 2018-2019. Responsables du séminaire : P. Ceccarini, T. Hammoudi, C. Goupil.

- Une journée d'études est prévue avec le Le2I de l'Université de Bourgogne pour l'année 2017-2018 concernant l'usage de la topologie et ses liaisons avec la théorie des affordances de J.J. Gibson et son efficacité pour la définition des diagnostics territoriaux et leurs transformations en termes de conception.
- Une journée d'études en collaboration avec le LEAP de Montréal, aura trait à la relation entre Systemic Design et sémiotique de l'architecture.

Partenariats

- *Laboratoire de Démographie et d'Histoire Sociale (LaDéHis)*, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS). Partenaire : A. Sarti, Directeur de recherche CNRS, M. Gribaudo, Dir. d'études, EHESS, Paris (HDR).
- *UMR Laboratoire Interdisciplinaire des Energies de Demain (LIED) 7057 et Laboratoire Matière et Systèmes Complexes (MSC) CNRS* - Faculté UFR de Physique Fondamentale et Sciences pour l'Ingénieur (PFSI), Systèmes complexes, Paris 7 Diderot. Partenaire : C. Goupil, PR, Faculté de Physique. Cette collaboration privilégiée donnera lieu à la création d'un Master transdisciplinaire en *Systemic Design et Ecologies projectives* avec plusieurs filières de recherches spécialisées en matière de conception sur la ville et l'architecture.
- *Laboratoire d'Etudes de l'Architecture Potentielle (LEAP)*, Université de Montréal, Canada. Partenaires : P. Boudon, PR (HDR) émérite; J.P. Chupin, PR. (HDR). Cette collaboration est importante car elle garantit une liaison privilégiée avec le monde de la recherche nord-américain, servant de tête de pont pour le dialogue avec les laboratoires travaillant dans les mêmes domaines que les nôtres (Harvard, MIT, Stanford, Chicago, etc).
- *Laboratoire PARIS, Géographie-Cités, UMR 8504, CRIA*, Paris 1 Sorbonne - Paris 7 Diderot. N. Aveline-Dubach, Directrice de recherche CNRS, Laboratoire PARIS, Paris 1 Sorbonne, (HDR). Cette collaboration en cours renforce les liens avec Paris 1 Sorbonne et Paris 7 Diderot en alliance avec l'UMR LIED. Les compétences internationalement reconnues seraient un supplément déterminant pour la construction du Master que nous envisageons, avec toutes les retombées en matière de recherche sur les processus de conceptions en matière environnementales et comportementales.
- *Laboratoire Le2i - Laboratoire Electronique, Informatique et Image, UMR CCRNS 6306*, Université de Bourgogne. C. Gentil, MC. Université de Bourgogne, Le2i. (HDR), D. Michelucci, PR, Université de Bourgogne, Le2i, (HDR). Constitue une collaboration capitale en matière de modélisation et de simulation de nos modèles de conception systémique orientés sciences cognitives et sciences des langages. Cela garantit une approche opérationnelle et pragmatique de nos recherches épistémologiques et expérimentales.
- Cité des Sciences et de l'Industrie : *Laboratoire Expérimental* en résidence Cette collaboration fondée par J. Magerand et C. Bailly, constitue une vitrine et un espace expérimental concernant les dispositifs technologiques et bio-numérique de grande importance pour les échanges avec les scientifiques et l'industrie en général.