

Université Lumière Lyon II (École doctorale ED483)
École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon
Discipline : Architecture

Présentée et soutenue par : DEMILLY Estelle

Thèse de Doctorat

AUTISME ET ARCHITECTURE

*Relations entre les formes architecturales et l'état
clinique des patients*

Date de soutenance envisagée : Le 24 juin 2014

Jury :

Jean-Louis VIOLEAU, rapporteur, Professeur à l'École Nationale Supérieure d'Architecture Paris Malaquais (SHS)

Karine WEISS, rapporteuse, Professeur à l'Université de Nîmes

François FLEURY, Directeur de thèse, Professeur à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon (STA)

Stephan COURTEIX, Architecte et docteur en psychopathologie clinique

Catherine LAVANDIER, Maître de conférences à l'Université de Cergy Pontoise

Mathieu LAVANDIER, Chargé de recherche, École Nationale des Travaux Publics de l'État

Valérie LEBOIS, Maître-assistant à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Strasbourg (SHS)

François TRAN, Maître-assistant à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon (TPCAU)

Laboratoire : Lyon Architecture Urbanisme Recherche (anciennement Laboratoire d'Analyse des Formes)

RÉSUMÉ

Les relations entre l'espace architectural et la qualité de vie sont étudiées ici à travers une recherche transdisciplinaire (réunissant architectes et psychologues) centrée sur les liens entre les caractéristiques spatiales et l'état clinique des personnes atteintes de troubles du spectre autistique (TSA). Les travaux antérieurs dédiés à ces aspects sont rares, épars, et peu sont de nature véritablement scientifique. La recherche présentée dans cette thèse a pour but de mettre au jour des caractéristiques spatiales susceptibles, au sein des structures de prise en charge, de favoriser le bien-être de ces personnes. La méthodologie retenue consiste en un recueil de données architecturales et cliniques dans 20 établissements accueillant des personnes adultes présentant un TSA. L'architecture de ces 20 établissements a été caractérisée et les comportements de 148 résidents à partir de questionnaires cliniques ont été évalués. Ce travail a débouché sur la création d'une base de données constituée de variables architecturales (explicatives) et de variables cliniques (à expliquer et à contrôler). Des analyses statistiques permettent aujourd'hui de consolider certaines hypothèses sur l'impact de paramètres du cadre bâti sur l'état clinique des personnes atteintes de TSA. Au-delà des connaissances liées à l'autisme, il s'agit bien d'inscrire nos préoccupations dans un questionnement plus vaste sur la relation entre l'architecture et le bien-être de l'individu. Les architectes se projettent en tant qu'utilisateur et utilisent leur propre représentation de la « qualité de vie » comme référence lorsqu'ils conçoivent. Cela peut conduire à certains décalages entre l'espace conçu, et l'espace tel qu'il est vécu par des usagers méconnus du concepteur.

ABSTRACT

The relationship between architectural space and quality of life is studied here through a transdisciplinary research (involving architects and psychologists) centered on the links between the spatial characteristics and clinical state of people with autism spectrum disorders (ASD). Investigations on these aspects are scarce and scattered, and few are scientifically conducted. The present thesis aims to reveal spatial features to promote the well-being of these people. The methodology consist in collecting architectural and clinical data in 20 institutions hosting adults with ASD. The architecture of these 20 institutions was characterized and behaviors of 148 residents from clinical questionnaires were evaluated. This work led to the creation of a database of architectural variables (explanatory) and clinical variables (to be explained and control). Statistical analysis of this database allowed to back up assumptions on the impacts of certain parameters of the built environment on the clinical condition of individuals with ASD. Beyond knowledge related to autism, the object is to situate our problematic in a broader questioning on the relationship between architecture and well-being of the individual. Architects design living spaces by projecting themselves as occupants, and use their own representation of the "quality of life" as a reference. This can lead to some discrepancies between the designed space, and space as experienced by users unknown to the designer.

MOTS CLEFS

Architecture
Autisme
Environnement
Comportement
Qualité de vie
Conception

KEYWORDS

Architecture
Autism
Environment
Behavior
Comfort
Design

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier François Fleury pour m'avoir encadré durant cette thèse. Je te remercie pour ta disponibilité, pour ta gentillesse et pour la confiance que tu m'as accordée durant ces trois années.

Je souhaite également remercier Stéphan Courteix, architecte et docteur en psychopathologie clinique et Brigitte Assouline pédopsychiatre, tous deux chefs du projet de recherche dans lequel s'inscrit ce travail de thèse ainsi que toute l'équipe de ce projet. Je tiens à adresser un grand merci à Lucie Longuépée, psychologue clinicienne pour cette collaboration et pour tous les bons moments que nous avons passés ensemble. J'adresse également mes remerciements à Mathieu Lavandier, ingénieur acousticien, pour m'avoir apporté son soutien et son assistance dans la définition des critères de caractérisation des ambiances sonores, l'élaboration de la méthodologie et du protocole de mesures, dans la formation à l'utilisation du matériel de mesures et à l'exploitation et l'interprétation des résultats acoustiques. Je souhaite remercier Gabriela Ciuperca et Anne Perrut, toutes deux statisticiennes pour leur précieuse aide.

Ce travail n'aurait pu être réalisé sans le soutien du Centre de Ressources Autisme Rhône Alpes et de la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie, à ce titre je souhaite leur adresser mes remerciements. Évidemment, je remercie grandement les personnes atteintes de Troubles du Spectre Autistique que nous avons évaluées, leurs familles, les directeurs et les équipes des établissements qui ont accepté de nous accueillir et de participer à cette étude et sans qui cette recherche n'aurait pu aboutir.

Je tiens à adresser un grand merci à tous les membres de mon laboratoire actuel le LAURE pour leur joie et leur bonne humeur quotidienne et adresse une pensée spéciale aux anciens membres du LAF, merci à vous pour tous ces bons moments que nous avons passés ensemble.

Enfin, je souhaite remercier mes parents, Sérgio, Chantal et Tine

GLOSSAIRE

ACC : Analyse de Corrélation Canonique,
ANCOVA : Analyse de Covariance,
BF : Bruit de Fond,
D01 : la recherche d'isolement,
D02 : les interactions sociales,
D03 : le contact visuel,
D04 : les troubles thymiques/l'expression de l'angoisse,
D05 : les conduites d'auto-agressives et la réactivité corporelle,
D06 : les conduites agressives envers autrui (hétéro agressivité),
D07 : la manifestation de l'affectivité et contacts corporels,
D08 : les activités et la réactivité sensori-motrice, les stéréotypies et les autostimulations
D09 : les réactions aux changements et à la frustration,
D10 : l'utilisation des objets,
D11 : la réactivité aux stimuli sensoriels,
D12 : les conduites inappropriées/inadaptées en vie collective,
D13 : l'autonomie personnelle,
EPOCAA : Échelle Pour l'Observation des Comportements d'Adultes avec Autisme,
E-T : Écart-type,
FAM : Foyer d'Accueil Médicalisés,
GLM : Modèle Linéaire Généralisé,
MAS : Maison d'Accueil Spécialisées,
RDA : Analyse de Redondance,
 R^2 : Coefficient de détermination,
SDB : Salle de bain,
TED : Troubles envahissants du développement,
TSA : Troubles du Spectre Autistique,
TR : Temps de réverbération.

SOMMAIRE

Remerciements	5
Glossaire	7
Sommaire	9
Introduction	11
Chapitre I. État de l’art	19
I.1 Architecture et santé mentale	19
I.2 Handicap, Autisme et réglementation	30
I.3 Autisme et rapport à l’espace	35
I.4 État de l’art de la problématique environnementale et autistique	40
I.5 Hypothèses de travail et consensus actuel.....	51
Chapitre II. Construction de la méthodologie	57
II. 1 Le corpus.....	57
II.2 Réseau de partenariat de recherche.....	59
II.3 Le fonctionnement des MAS et des FAM/ déterminer les lieux à évaluer.....	60
II.4 Les protocoles d’observations	62
Chapitre III. Le protocole de caractérisation architecturale	67
III.1 Décrire les lieux de vies différentes	67
III.2 Construire les descripteurs de l’espace architectural.....	71
Chapitre IV. Base de données et traitement statistique intra-domaine	91
IV.1 Aspects méthodologiques.....	91
IV. 2 Statistiques descriptives sur les données architecturales.....	97
IV.3 Étude des dépendances et sélection des variables architecturales.....	139
Chapitre V. Relations entre les variables architecturales et cliniques	159
V.1 Présentation des variables cliniques et architecturales retenues pour l’analyse.....	159
V.2 Méthodologie statistique.....	163
V.3 Résultats de l’analyse canonique de corrélation et de l’analyse de redondance.....	173
V.4 Résultats des modèles de covariance et de régression.....	197
V.5 Résultats et perspectives	220
Chapitre VI. Le handicap cognitif comme défi et aubaine pour repenser la conception architecturale	231
Conclusion	241
Table des illustrations	245

Les figures :	245
Les tableaux :	247
Bibliographie	249
Annexes	263
Annexe 1 : Liste des variables architecturales	263
Annexe 2 : Les différents troubles de l'EPOCAA en fonction des pièces	274
Annexe 3 Graphique des corrélations de Pearson.....	279
Annexe 4 Graphiques éboulis des corrélations	283
Annexe 5 Analyse des Corrélations Canoniques et analyse de redondance	288
Annexe 6 Normalité des variables à modéliser.....	299
Annexe 7 Tableaux d'analyse de la variance et des coefficients d'ajustement	302

Introduction

Face au constat alarmant du nombre de personnes atteintes de troubles autistiques, au manque d'information du grand public, à la pénurie de structures d'accueil, et pour répondre aux besoins exprimés par les professionnels de santé et portés par l'engagement des associations, le troisième plan autisme 2013-2017 a été présenté le 2 mai 2013 par la ministre déléguée chargée des personnes handicapées et de la lutte contre l'exclusion. Ce troisième plan autisme s'inscrit dans la continuité du label de « grande cause nationale 2012 »¹ et du plan autisme 2008-2010². Ce contexte favorable a été l'occasion d'initiatives centrées sur les questions de la qualité du cadre de vie des personnes présentant des troubles envahissants du développement qui soulignent à quel point la question de la qualité du cadre de vie pour les personnes ayant un trouble du spectre autistique est d'actualité (comme l'étude réalisée pour la Direction Générale de la Cohésion Sociale par l'Association Nationale des Centres Régionaux pour l'Enfance et l'Adolescence Inadaptée sur les questions d'habitat des personnes autistes³). L'autisme, et plus largement les Troubles Envahissants du Développement (TED) sont donc bien au cœur des préoccupations actuelles. Les objectifs de notre recherche s'inscrivent largement dans deux des axes prioritaires du second plan autisme :

- Dans l'axe 2 : « *mieux repérer pour mieux accompagner* », mesure 21 : « *permettre aux personnes autistes de disposer d'un chez soi* », qui insiste sur la nécessité d'une réflexion au sujet d'un habitat adapté aux particularités comportementales, sensorielles et cognitives des personnes adultes avec autisme.
- Dans l'axe 3 : « *diversifier les approches, dans le respect des droits fondamentaux de la personne.* », objectif 7 : « *Promouvoir une offre d'accueil, de services et de soins cohérente et diversifiée* », mesure 25 : « *renforcer l'offre d'accueil en établissements et services* », mesure 26 : « *adapter la prise en charge en établissements médico-sociaux aux aspirations nouvelles des personnes TED et de leur famille* ».

C'est dans cette perspective et ce contexte social porteur que notre étude se propose d'étudier et caractériser la nature des relations entre les composantes environnementales/architecturales des structures d'accueil pour personnes adultes présentant des troubles autistiques et leur comportement/état clinique. L'objectif opérationnel étant la mise en place d'un référentiel pouvant aider à la conception et à la programmation des établissements spécialisés en vue d'améliorer la qualité de vie et de prise en charge des patients. L'OMS en 1993, propose une définition de la « qualité de vie » qui correspondrait à : « *la perception qu'a un individu de sa*

¹ Le label « grande cause nationale 2012 », visant à faire de l'autisme une priorité nationale, a été attribué par le premier ministre (F. Fillon) à l'autisme en décembre 2011 lors d'un discours à l'Assemblée Nationale.

² Plan Autisme 2008-2010, « *Construire une nouvelle étape de la politique des troubles envahissants* », présenté par la Ministre de la santé le 16 mai 2008.

³ ANCREAI (2011).

place dans l'existence, dans le contexte de la culture et du système de valeurs dans lesquels il vit, en relation avec ses objectifs, ses attentes, ses normes et ses inquiétudes. Il s'agit d'un large champ conceptuel, englobant de manière complexe la santé physique de la personne, son état psychologique, son niveau d'indépendance, ses relations sociales, ses croyances personnelles et sa relation avec les spécificités de son environnement ».⁴ Plus largement ce travail conduit à se questionner sur l'impact de l'environnement sur les personnes atteintes de handicaps psychiques et sur la place de l'habitat dans le développement et l'existence d'un individu.

Les mutations urbaines contemporaines ont modifié les modes de vie, le rapport à l'espace et ont favorisé des formes d'exclusion, l'émergence de nouvelles formes d'habiter et de pratiquer l'espace. En réponse à l'architecture fonctionnaliste et à l'urbanisation de masse d'après guerre qui se basaient sur une universalité des besoins humains, les professionnels de la conception et de la construction se sont tournés vers les sciences humaines et sociales dans les années 1960 afin de réintégrer l'homme et ses besoins spécifiques au centre du processus de conception de l'environnement bâti. M. Ségaud souligne d'ailleurs que : *« les sciences sociales pensées dans leur rapport avec l'architecture apparaissent comme un recours critique. Pourquoi ? Parce qu'elles vont remettre en scène l'usager, l'habitant, le citoyen, le citadin, et faire de sa confrontation à l'espace construit un objet de réflexion ; mais cette confrontation est aussi bien celle de l'habitant face à l'architecture (Raymond 1984) que celle de l'architecture face à l'habitant. »*⁵ L'architecture bascule du monumental au quotidien, et elle n'est plus envisagée et définie comme le seul résultat de l'acte de construire, ni comme un objet ou une œuvre d'art échappant à tout contexte. L'espace architectural devient un espace vécu support de pratiques sociales comme l'illustre G. Bachelard : *« L'espace saisi par l'imagination ne peut rester l'espace indifférent livré à la mesure et à la réflexion du géomètre. Il est vécu. Et il est vécu, non pas dans sa positivité, mais avec toutes les partialités de l'imagination. »*⁶ C'est à cette époque (dans les années 1960) que la psychologie environnementale – s'intéressant aux relations entre les comportements des individus et leur environnement urbain ou bâti – s'est imposée comme discipline⁷. Ces relations sont alors envisagées sous l'angle d'influences dynamiques et réciproques, comme l'indique G-N Fischer : *« La nature des rapports ainsi établis met en lumière deux aspects : l'environnement agit sur l'être humain qui, à son tour, agit sur les facteurs spatiaux qui le déterminent ; c'est donc la nature de la relation en œuvre qui permet d'expliquer et la valeur de l'espace et l'orientation de la conduite. »*⁸ En 2003, G. Moser et K. Weiss soulignent également l'impact de l'espace construit sur les comportements et les pratiques sociales : *« De l'habitat à la planète, en passant par la ville, notre relation à l'environnement conditionne nos perceptions, nos évaluations et nos comportements, et surtout, détermine notre bien-être*

⁴ CHARRAS K. (2008).

⁵ SEGAUD M. (2010).

⁶ BACHELARD G. (1957).

⁷ FISCHER N-G., et DODELER V. (2009).

⁸ FISCHER N-G. (2009).

quotidien.»⁹ Depuis, différentes recherches ont étudié l'influence de certains lieux et de leurs caractéristiques architecturales sur le bien-être et la santé mentale et plusieurs manifestations récentes témoignent de l'actualité scientifique de ces interrogations¹⁰. Ces avancées concernant l'impact de l'environnement sur la qualité de vie devraient pouvoir nourrir la conception d'espaces architecturaux adaptés aux spécificités et besoins des divers usagers. En effet, les professionnels de la conception ont assurément une responsabilité sociale dans leurs actes créateurs et il semble primordial de penser l'architecture en fonction de ses usagers et de leurs spécificités : « *Architecture, as a profession, is responsible for creating environments that accommodate the needs of all types of users.* »¹¹ L'environnement devient facteur de gêne et de handicap dès lors qu'il est en inadéquation avec les attentes et les compétences de ses usagers. Malgré l'enjeu que peut représenter l'évolution de ces connaissances pour des architectes désireux d'éviter les décalages entre l'espace conçu et l'espace vécu et, réciproquement, en dépit du fait que ceux-ci pourraient apporter à la recherche en architecture une véritable connaissance de l'environnement bâti, ces questions restent essentiellement portées par les psychologues et trouvent peu d'écho dans la discipline architecturale où elles demeurent peu transmises et ce notamment dans les écoles d'architecture française. Pourtant, les architectes pourraient certainement s'approprier ces questions et devenir force de proposition.

Les relations entre l'espace architectural et la qualité de vie sont étudiées ici à travers la présentation d'une recherche transdisciplinaire centrée sur les liens entre les caractéristiques spatiales et l'état clinique des personnes atteintes de troubles du spectre autistique (TSA). Ce travail de thèse s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche qui réunit, autour du Centre Ressources Autisme Rhône-Alpes (CRA RA)¹², différents partenaires scientifiques et associatifs (Figure 1) :

- Le CRA RA a pour objectif d'améliorer l'accueil et l'accompagnement des personnes atteintes de troubles autistiques et de leur famille. Il assure le pilotage et la coordination du projet pluridisciplinaire de recherche dans lequel s'insère notre projet de thèse ;
- L'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon (ENSAL) – et son laboratoire d'Analyse des Formes (LAF)¹³ qui coordonne le projet de recherche en architecture (objet de ce document);
- Le département de psychologie de l'Université de Savoie – et son laboratoire de Psychologie et Neuro Cognition (LPNC), qui coordonne à cet effet un projet de recherche en psychologie (thèse de doctorat de L. Longuépée).

⁹ MOSER G., et WEISS K. (2003).

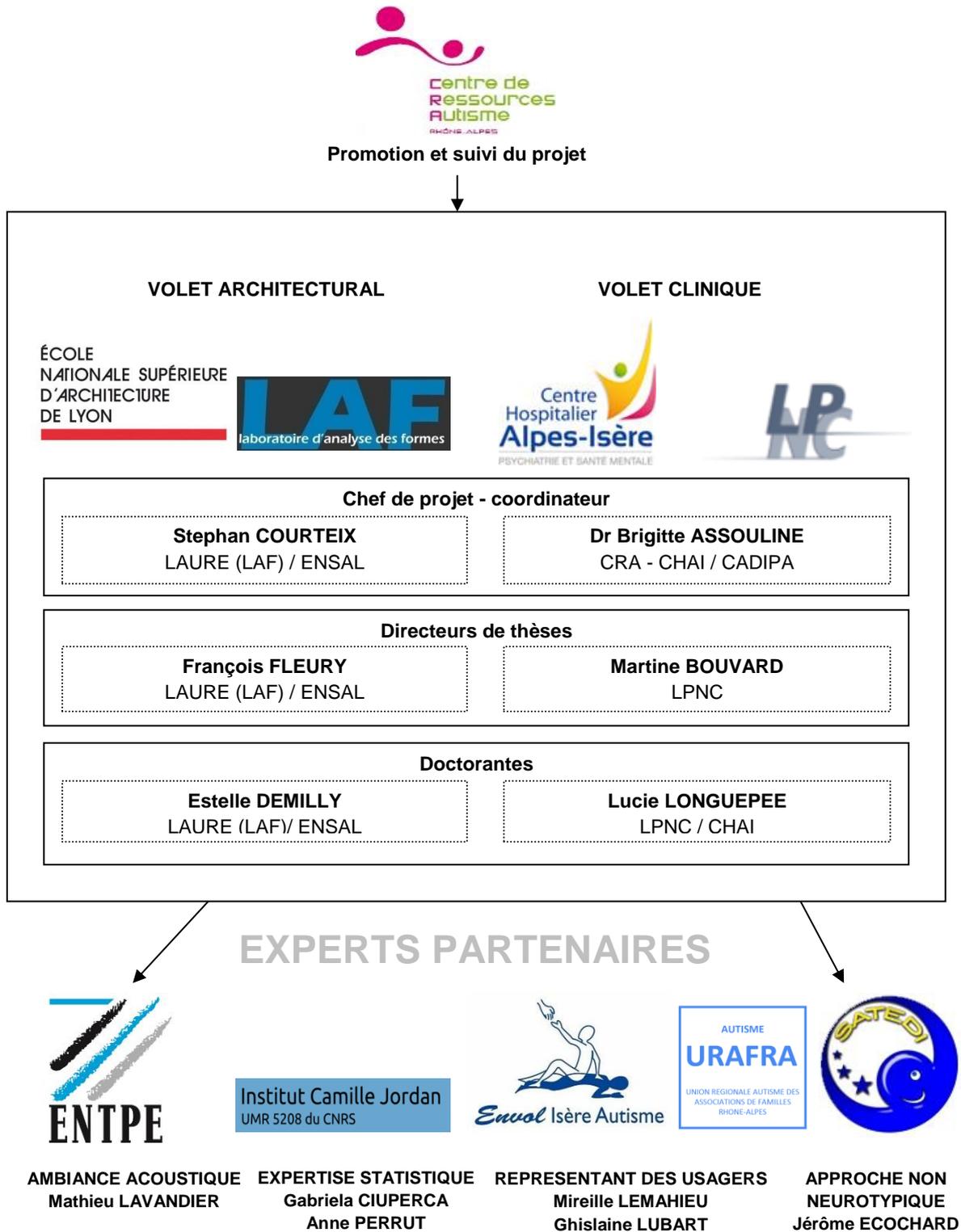
¹⁰ Notamment le Congrès international de psychologie de l'environnement, Barcelone, 22-25 octobre 2013, et la 10th Biennial Conference on Environmental Psychology, Magdeburg, 22-25 septembre 2013.

¹¹ MOSTAFA M. (2008).

¹² Centre Ressource Autismes Rhône-Alpes (CRA RA), URL : <http://www.cra-rhone-alpes.org>.

¹³ Un changement de dénomination est en cours le LAF deviendra le LAURE : Lyon Architecture Urbanisme Recherche.

Figure 1 : Les partenaires du projet



Source : schéma personnel

Interviennent également des experts dans quatre domaines distincts :

- Pour l'expertise « ambiance acoustique » : l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE) – et son laboratoire Génie Civil et Bâtiment (LGCB), pour l'analyse et la mesure des facteurs d'ambiances sonores. Cette expertise dont un des axes principaux de recherche porte sur la "Physique du Bâtiment", nous fournit une assistance dans la définition des critères de caractérisation des ambiances sonores, l'élaboration de la méthodologie et du protocole de mesures et d'exploitation des résultats.
- Pour l'expertise « statistique » : l'université Lyon 1 et l'institut Camille Jordan qui nous assiste dans le choix et la manipulation des outils statistiques.
- Pour l'expertise « représentant des usagers » l'association Envol Isère Autisme¹⁴ et l'Union Régionale Autisme France Rhône-Alpes (URAFRA) interviennent. Il s'agit d'avoir à nos côtés des représentants des familles des personnes autistes afin d'appréhender des éléments qui semblent essentiels dans le quotidien de leurs proches et pour nous permettre de disposer d'un retour d'expérience.
- Pour l'expertise « non neurotypique » : l'Association SATEDI¹⁵. Cette expertise « non neurotypique » est justifiée par le fait que les troubles autistiques semblent encore difficilement explicables et appréhendables dans leur totalité et leur spécificité, notamment par des personnes neurotypiques (ne présentant pas les altérations perceptives et psychiques du rapport à la réalité, caractéristiques du syndrome autistique). C'est dans cette logique que la mise en place d'un « collège d'experts » composé de personnes atteintes du syndrome d'Asperger (autisme dit de « haut niveau »), membres de l'association SATEDI regroupant des personnes francophones atteintes de Troubles Envahissants du Développement (TED), prend tout son sens. Les objectifs de leur participation à ce projet sont entre autres l'information, la sensibilisation, l'éducation et la connaissance des TED. Nous avons pour cela réaliser des visites synchrones d'établissements du corpus en vue d'identifier des facteurs environnementaux générant – ou l'inverse – des troubles chez les personnes atteintes de TED, et qui seraient non perceptibles par une personne neurotypique.

Ces deux dernières formes d'expertises ont été intégrées au projet dans le souci de renforcer notamment l'articulation entre les dimensions de la recherche fondamentale et les applications opérationnelles. Il s'agit d'inclure « l'utilisateur » dans notre processus de recherche pour discuter des hypothèses de travail, des paramètres étudiés et des résultats obtenus, ainsi que pour contribuer à la rédaction du référentiel dont ils seront les premiers bénéficiaires. Cette collaboration doit permettre de répondre par une approche globale à une problématique commune en confrontant des analyses et en visant une complémentarité de ces disciplines. Il s'agit d'une méthodologie croisée, qui se centre tant sur l'analyse environnementale que sur

¹⁴ Association Envol Isère Autisme, URL : <http://www.envolisereautisme.org/>.

¹⁵ Association SATEDI (Spectre Autistique Troubles Envahissants du Développement International), URL : <http://www.satedi.net/>.

l'analyse comportementale. G-N. Fischer et al.¹⁶ soulignent l'importance des approches transdisciplinaires lorsque l'on traite des relations comportement/environnement : « *L'analyse et la compréhension des relations homme-environnement porte généralement soit sur l'environnement, soit sur les individus (Uzzell et Romice, 2003). Mais aucune de ces approches ne permet à elle seule d'appréhender toute la complexité des interactions entre un individu et son environnement. Il est ainsi nécessaire d'envisager ces évaluations davantage dans une perspective transactionnelle. À cet effet, les procédures d'évaluation environnementale doivent non seulement intégrer la conception et les considérations esthétiques, mais aussi tenir compte des différents critères relatifs à l'expérience du lieu.* »

Afin de mesurer cet effet, le terrain d'étude choisi porte sur des établissements d'hébergement pour adultes avec autisme, MAS (maisons d'accueil spécialisées) et FAM (foyers d'accueil médicalisés), qui sont eux aussi parties prenantes de ce projet. Ces dernières années ont vu la création croissante de FAM et MAS spécialisés dans la prise en charge d'adultes autistes. La conception architecturale et les aménagements de ces structures sont réalisés à partir de la connaissance théorique actuelle de la symptomatologie autistique et les conséquences de ces aménagements sur cette dernière ne sont pas réellement connues.

Les spécialistes^{17,18,19,20} de l'autisme considèrent que la personne atteinte de troubles autistiques pourrait entretenir un rapport particulier à l'espace. L'environnement pourrait se présenter tantôt comme facteur aggravant, tantôt comme étayage thérapeutique. Or, malgré la prévalence des troubles de type autistique, leur dépistage de plus en plus précoce, l'importance des besoins de prise en charge qui en découlent et la priorité donnée à cette cause, la recherche concerne encore peu ces aspects. Les travaux actuels sont rares, épars et pour l'essentiel basés sur des connaissances métiers. Un de nos premiers apports consiste en la réalisation d'un état de l'art de la question. Dans la lignée des travaux antérieurs, l'étude que nous proposons d'effectuer a pour but de mettre à jour des caractéristiques spatiales susceptibles, au sein des structures de prise en charge, de favoriser le bien-être des personnes atteintes d'autisme. La méthodologie adoptée pour ce projet repose sur trois phases.

- Un volet Recherche « observatoire et exploratoire ». Cette première phase d'étude consiste dans un premier temps en un recueil de données architecturales et cliniques, réalisé au sein de 20 établissements/21 unités d'hébergement²¹ accueillant des personnes adultes présentant un TSA (148 résidents sont évalués par les cliniciens de l'équipe). Ce premier temps débouche sur la création d'une base de données constituée de variables architecturales (explicatives) et de variables cliniques (à expliquer ou contrôlées). Il s'agit d'identifier les variables architecturales les plus susceptibles

¹⁶ FISCHER N-G., et DODELER V. (2009).

¹⁷ CHARRAS K. (2008).

¹⁸ MOSTAFA M. (2010).

¹⁹ LEOTHAUD I. (2006).

²⁰ COURTEIX S. (2009).

²¹ Deux unités d'hébergement différentes font partie d'un même établissement.

d'impacter les comportements des résidents. Pour cela différents traitements statistiques sont mobilisés (analyse canonique des corrélations, analyses de covariances...). L'objectif final de cette première phase étant d'établir des hypothèses concernant l'impact des paramètres de l'environnement bâti (acoustique, couleurs, dimensions...) sur l'état clinique des personnes atteintes de TSA. C'est sur cette première phase que porte le travail de thèse objet de ce document.

- un volet Recherche « expérimentale et confirmatoire » sur lequel débouche ce travail de thèse permettra de vérifier les hypothèses posées durant la phase précédente par la mise en œuvre de modifications du cadre bâti permettant de vérifier et mesurer l'impact réel de paramètres environnementaux sur l'amélioration de la qualité de vie des personnes autistes. Cette phase « expérimentale » portera sur plusieurs établissements disposant d'un minimum de 2 unités d'hébergement homomorphes (une unité servant de terrain d'expérimentation et une de terrain placebo) pour nous permettre de faire émerger des corrélations significatives.
- un volet « Référentiel » consistant à tirer les enseignements des volets Recherche, et permettant de produire un guide de recommandations. En effet, au-delà de la nécessité de valoriser les résultats scientifiques obtenus, l'objectif essentiel est de créer un référentiel à destination des professionnels et organismes œuvrant dans le secteur sanitaire et médico-social de l'autisme.

Pour présenter notre travail et ses résultats ce document est structuré de la façon suivante :

1) L'étude bibliographique avec pour objectif :

- D'analyser les travaux existants concernant globalement les relations entre l'environnement et le comportement (partie I.1 Architecture et santé mentale), ce qui devrait nous permettre d'inscrire notre questionnement dans un champ disciplinaire plus vaste.
- D'étudier les réglementations et la prise de conscience de la nécessité d'une démarche conduisant à l'adaptation de l'environnement aux personnes en situation de handicap (partie I.2 Handicap, Autisme et réglementation).
- De réaliser un état des savoirs actuels concernant la nature, les causes, les données cliniques et cognitives propres à l'autisme et le fonctionnement atypique des personnes atteintes de ces troubles (partie I.3 Autisme et rapport à l'espace).
- D'effectuer une revue complète de l'état de l'art liant la pathologie autistique et les questions environnementales (partie I.4 État de l'art de la problématique environnementale et autistique).
- De faire émerger des travaux existants un consensus sur les relations supposées entre environnement/architecture et troubles autistiques (partie I.5 Hypothèses de travail et consensus actuel).

2) Une deuxième partie est consacrée à définir le corpus d'étude (partie II. 1 Le corpus) et à présenter les partenariats de recherche (partie II.2 Réseau de partenariat de recherche) et les protocoles d'observation (inventaire des descripteurs, modalités de leur mesure). Si le corpus est commun aux deux volets de cette étude (architecturale et clinique), en revanche chaque protocole a fait l'objet d'approches spécifiques aux disciplines respectivement de l'architecture et de la psychologie.

3) Le chapitre III est donc consacré à la présentation du protocole de caractérisation architecturale. Notre contribution consiste en partie en la caractérisation architecturale de ces établissements (analyse morphologique, analyse d'ambiance, organisation spatiale...).

4) Une quatrième partie permet de décrire le corpus et les données recueillies dans les 20 établissements/21 unités retenus (à travers la mobilisation d'outils de statistiques descriptives) et de sélectionner les variables architecturales et cliniques pertinentes pour l'analyse croisée de ces données.

5) Le cinquième chapitre (Chapitre V. Relations entre les variables architecturales et cliniques) présente les résultats de l'analyse statistique croisant les données architecturales et les données cliniques. Sont évoqués en conclusion de ce chapitre les perspectives futures, les hypothèses de corrélations à tester pendant la phase expérimentale et les premières pistes de recommandations dégagées à partir des résultats de l'analyse statistique.

6) Enfin une dernière partie (Chapitre VI. Le handicap cognitif comme défi et aubaine pour repenser la conception architecturale) engage une réflexion sur l'intérêt de traiter des relations environnement/comportement pour la discipline architecturale et sur la manière dont les architectes pourraient s'en saisir et contribuer à une réflexion sur ces questions. Nous nous interrogeons également sur les possibilités d'« habiter » et de « s'approprier » un espace institutionnel.

Chapitre I. État de l'art

I.1 Architecture et santé mentale

I.1.1 Architecture et santé mentale – rapide historique

Même si nous ne rentrerons pas en détail dans l'histoire de l'architecture psychiatrique qui ne constitue pas véritablement l'objet de notre travail de recherche et qui a déjà largement été abordée dans des travaux précédents²²; il semble tout de même indispensable d'en rappeler les grands repères. Il convient néanmoins de garder aussi à l'esprit que les évolutions des conceptions médicales et sociales de la maladie mentale et des opinions suscitées par cette dernière, se sont traduites par des changements concomitants dans les prises en charge et l'architecture. Sans vouloir faire l'apologie de prises en charge ou de caractéristiques architecturales largement contestables et contestées dans le cadre physique et social qu'elles ont imposées aux personnes atteintes de troubles psychiques, cognitifs et mentaux à une certaine époque il faut tout de même reconnaître qu'elles ont participé à l'émergence des tous premiers questionnements autour de l'espace de soin, comme le souligne d'ailleurs I. Léothaud : « *Même si de nombreuses étapes de la genèse de la psychiatrie et de son architecture sont à critiquer, notamment en ce qui concerne le manque de liberté agissant sur la personnalité des malades et conditionnant leur mode de vie aux allures carcérales, il n'en demeure pas moins qu'elles constituent un premier pas vers une prise de conscience évidente de l'importance de la qualité des lieux de vie des malades.* »²³

Jusqu'à la révolution et le mouvement des aliénistes (dont notamment Pinel, Tenon et Esquirol qui sont des figures clefs de l'école française) les « malades mentaux » étaient laissés pour compte (par manque de place dans les hôpitaux) ou « enfermés » dans une situation quasi-carcérale. La révolution voit émerger des idées plus philanthropiques et des théories scientifiques qui viennent remplacer la conception religieuse qui prévalait jusque-là : « *Mais à la veille de la révolution française la philanthropie prend le pas dans ce domaine (à propos des soins et des traitements des insensés) et énonce de nouveaux principes sur la manière de gouverner les insensés, et de travailler à leur guérison dans des asiles qui leur sont destinés (Colombier et Doublet 1785)... La mode psychiatrique est à l'humanisme ainsi qu'à la classification et s'en fait ressentir d'un point de vue de l'idéologie architecturale qui, en concomitance avec les soins, acquiert au fur et à mesure des préoccupations hygiéniques un aspect thérapeutique.* »²⁴ Tenon²⁵, à cette époque va d'ailleurs distinguer des autres

²² Il est possible de se référer aux travaux d'I. LEOTHAUD et K. CHARRAS qui ont réalisé un historique détaillé.

²³ LEOTHAUD I. (2006).

²⁴ COLOMBIER J., et DOUBLET F. (1785).

²⁵ TENON J-R. (1788).

établissements de soins, l'hôpital psychiatrique (ou asile pour employer le terme de l'époque) qui sera dédié spécifiquement à l'accueil des « fous » et auquel il attribuera un véritable rôle de guérison faisant partie intégrante du traitement de « l'aliéné ». Pinel aura également une part historique dans le développement du « traitement moral » qui accorde et reconnaît le rôle et l'importance de l'architecture dans le traitement des aliénés. Esquirol²⁶ (élève de Pinel), à son tour, voit dans « l'asile » un moyen de guérison et introduira une dimension relative à l'isolement en séparant les « aliénés » de leur milieu d'origine (l'environnement social pouvant avoir un rôle sur leurs troubles). Comme le rappelle I. Léothaud, il s'est opposé à l'uniformité architecturale si caractéristique de l'architecture des « asiles » et s'est intéressé au vécu des malades notamment à travers leur condition d'enfermement et leur privation de liberté : *« C'est la première fois, que le vécu des malades fait partie des préoccupations. Les propos d'Esquirol sont tout à fait novateurs pour son époque, ils seront repris ultérieurement et particulièrement au XX^{ème} siècle. »*²⁷ Les aliénistes proposeront des « modèles de plans » d'asile qui aboutiront à la création de quelques-uns de ces établissements. Les conditions d'accueil à cette époque resteront médiocres et ce malgré l'intérêt des aliénistes pour l'architecture qui considéraient selon les propos de Archambault²⁸ que : *« pour mettre de l'ordre dans les idées des aliénés, il faut en mettre autour d'eux. »* À la fin du 19^{ème} siècle, les asiles d'aliénés sont des lieux exigus, généralement surpeuplés où la surveillance et le travail sont de mises. En 1896 d'ailleurs, le docteur Mavandon de Montyel a dénoncé les conditions des asiles français et vanté les mérites d'un système de : *« l'open door »*²⁹ qui conduira progressivement à l'ouverture de l'asile sur l'extérieur. La seconde moitié du 20^{ème} siècle verra naître en France ce que l'on appelle l'asile-village (vie en communauté) délocalisé à l'extérieur des villes et qui permettra une ouverture vers l'extérieur afin de confronter les patients à la nature dont on envisage à l'époque les bienfaits thérapeutiques. Ce système sera malgré tout rapidement critiqué. Le début des années 50 va voir apparaître les neuroleptiques puis dans les années 60 la politique de sectorisation de la psychiatrie qui vont tout deux impacter l'organisation architecturale. En 1960, en Grande Bretagne et aux USA, naît un mouvement prônant la désinstitutionnalisation ayant pour vocation de supprimer « l'asile ». Progressivement on assiste à une humanisation des structures spécialisées ; dans les années 90 l'hôpital psychiatrique s'implante en milieu urbain et propose des prises en charge qui se diversifient : *« L'hôpital est désormais implanté dans un paysage urbain et se caractérise par une faible capacité, des aménagements intérieurs répondant à une normalisation plus souple, moins systématique, une architecture de « communication et de contact ». Les structures extrahospitalières (centres de consultations, hôpitaux de jour, etc.) se diversifient avec la naissance du secteur et sont intégrées dans le tissu urbain. Désormais, le but n'est plus de mettre à l'écart cette population mais bien de ne pas la couper de son milieu de vie et favoriser sa réinsertion sociale. Aujourd'hui, même si les hôpitaux psychiatriques*

²⁶ ESQUIROL J-E-D. (1817).

²⁷ LEOTHAUD I. (2006).

²⁸ ARCHAMBAULT (1843) cité par CRAPLET.

²⁹ In LEOTHAUD I. (2006).

subsistent, on note une nette évolution de la qualité des lieux et des conditions de séjour des malades. »³⁰

Ces quelques repères historiques permettent de saisir les évolutions considérables tant au niveau des prises en charge, de l'architecture destinée à accueillir les malades mentaux (terme d'ailleurs remis en question de nos jours) qu'au niveau des mentalités. Ce sont ces évolutions qui progressivement ont conduit aux réflexions actuelles sur la volonté de diversifier, d'améliorer les prises en charge et le souci de développer une architecture « adaptée » qui prend en considération les spécificités des usagers. Ce cheminement a abouti à la prise en compte et la reconnaissance du rôle de l'architecture dans son étayage thérapeutique.

I.1.2 L'étude des relations entre l'environnement et les comportements

Les liens qui peuvent exister entre l'environnement et l'état de santé d'un individu ont depuis longtemps été des sujets de questionnement comme le souligne G-N Fischer et V. Dodeler en introduction de leur ouvrage : *«La relation entre santé et environnement a été prise en compte depuis de nombreuses années par des disciplines très diverses (biologie, médecine, toxicologie, épidémiologie...) pour identifier et évaluer l'impact d'un certain nombre de composants biochimiques présents dans l'environnement sur l'organisme humain. »³¹* En ce qui concerne les liens spécifiques entre l'environnement et la santé mentale leur étude au niveau scientifique est plus récente, même si ces liens comme nous avons pu l'évoquer étaient déjà pressentis de manière empirique. *« Dans le champ de la santé mentale, la psychologie environnementale se distingue des courants psychiatriques de "thérapie par le milieu" – qui considère l'environnement comme un outil de guérison –, par l'étude des relations à l'environnement des personnes présentant un handicap, et en utilisant l'architecture et le design comme supports thérapeutiques préservant ou encourageant l'autonomie et la qualité de vie. »³²* Le courant de la psychologie environnementale qui s'intéresse spécifiquement aux relations qui s'établissent entre les individus et leur environnement s'est imposé relativement récemment comme discipline : *« Dans le champ de la psychologie, cette discipline est apparue au cours des années 1960 comme une nouvelle spécialité de la psychologie qui étudie l'environnement comme objet spécifique à travers les relations que les individus et les groupes entretiennent avec les différents espaces dans lesquels ils vivent et travaillent. »³³*

Cette discipline naît en réponse aux problèmes sociaux et environnementaux qui ont été générés par le développement et la construction massive et uniforme d'après-guerre. Les architectes et les urbanistes, pour évaluer l'impact de certaines constructions et pour introduire la dimension usagère au processus de conception se sont à cette époque tournés

³⁰ Ibid.

³¹ FISCHER N-G., et DODELER V. (2009).

³² CHARRAS K. (2008).

³³ FISCHER N-G., et DODELER V. (2009).

vers les sciences sociales³⁴. La psychologie de l'environnement s'est particulièrement développée notamment outre-Atlantique, dans les années 70, où l'un des ouvrages fondateurs de cette discipline verra le jour³⁵ : « *Environmental Psychology: Man and His Physical Settings* » par H-M. Proshansky et al. C'est dans les années 80, que les premiers travaux apparaissent en Europe, et notamment en France. Les travaux relevant de cette discipline récente sont restés faiblement structurés, épars et peu nombreux pendant plusieurs années. « *Plusieurs rayons de librairies sont submergés d'ouvrages qui relatent les différentes facettes du comportement individuel et social, mais en dépit de l'importance littéraire dans le domaine, il n'en demeure pas moins que les ouvrages de psychologie environnementale se comptent sur les doigts d'une seule main, du moins en langue française.* »³⁶ Aujourd'hui, des manifestations scientifiques et des publications internationales (comme par exemple une publication réalisée en 2008 qui tente de faire un bilan actuel de la psychologie environnementale dans le monde³⁷) semblent confirmer l'actualité de ces questionnements et de leur structuration progressive. Constat qu'évoque J. Morval également : « *Aujourd'hui, le champ interdisciplinaire des transactions personnes environnement bénéficie d'une plus grande audience et, tandis qu'il connaît une relative stabilisation aux États-Unis, on assiste à une véritable émergence de la psychologie environnementale en Europe. C'est le cas de la France, du Royaume-Uni, de l'Espagne, de la Suède et plus récemment de l'Allemagne.* »³⁸

L'environnement selon cette approche pourrait avoir un impact sur le comportement des individus dont il constitue le cadre physique et social : « *Ils façonnent – rappellent GN Fischer et V. Dodeler à propos des environnements humains – d'une manière ou d'une autre nos comportements et nos actes, car ils forment non seulement le cadre physique, mais aussi le cadre social dans lequel évoluent les individus et les groupes. Cet éclairage met l'accent sur le fait que les comportements humains et les interactions sociales sont largement médiatisés par l'environnement dans lequel ils s'expriment.*»³⁹ C'est donc sous un nouvel angle, bien que complémentaire des autres qu'est envisagée une partie des relations entre environnement et comportement. L'environnement - et son impact - ne sont plus seulement décrits et étudiés comme une donnée physique et perturbatrice. « *L'environnement n'est pas un simple décor. La plupart des recherches en psychologie traitent pourtant l'environnement comme un décor avec lequel il faut composer, et le considère au mieux comme une variable perturbatrice (parasite) des phénomènes étudiés* »⁴⁰ souligne G. Moser. L'environnement lorsqu'il est envisagé dans un cadre psychosocial renvoie aussi bien au milieu naturel en tant que tel qu'à des espaces façonnés au sein desquels s'exercent des activités humaines : « *En ce sens, on ne dissocie pas fondamentalement caractéristiques physiques et dimensions sociales*

³⁴ MORVAL J. (1981).

³⁵ PROSHANSKY H-M., et al. (1970).

³⁶ MORVAL J. (2007).

³⁷ Spécial Issue IAPS. (2008). Environmental Psychology in different parts of the world. Bulletin of People - Environment Studies, ISSN 1301 3998 (34).

³⁸ MORVAL J. (2007).

³⁹ FISCHER N-G., et DODELER V. (2009).

⁴⁰ MOSER G. (2009).

de l'environnement. »⁴¹ Les influences mutuelles et réciproques de l'environnement et des comportements sont également soulignées. En effet la psychologie environnementale s'intéresse aussi bien à la manière dont l'environnement peut influencer les comportements, l'humeur, la santé mentale et les attitudes qu'à la manière dont les comportements peuvent influencer et impacter l'environnement (on comprend dès lors que cette discipline prend tous son sens à l'heure des questions environnementales). Alors que les autres branches de la psychologie se centrent plutôt sur l'individu en tant qu'entité la psychologie environnementale introduit le contexte et considère « l'individu » dans son milieu et les interactions qu'il entretient avec ce dernier. Les interactions entre un individu et son environnement se font donc à travers la perception que l'individu a de son milieu, les représentations qu'il se fait d'un lieu, et à travers les attitudes, comportements et émotions qu'il a dans un environnement donné. Elle introduit la notion de milieu et par la même de cadre bâti en référence à quatre niveaux (le micro environnement : logement, espace privé... ; le méso environnement : quartiers, espaces collectifs... ; le macro environnement : villes, villages... et l'environnement global : population, société...) qui interagissent entre eux.

Elle a vu naître ses premières applications dans une perspective institutionnelle comme le rappel K. Charras ; ce sont les troubles qui ont servi comme révélateur de crise : « *Comme pour beaucoup de disciplines psychologiques et neurologiques, la psychologie environnementale s'est inspirée des troubles pathologiques pour déterminer des comportements « normaux ».* Ce sont effectivement des considérations portant sur l'impact de l'environnement architectural d'unités de soins psychiatriques, et la fonction de ce paramètre sur la modulation comportementale de ses usagers, qui ont permis de lancer la réflexion des relations à l'environnement, dans un domaine d'abord connu sous le nom de psychologie architecturale durant les années 50-60». ⁴² P. Sivadon et H. Osmond⁴³ d'ailleurs ont abordé le rôle thérapeutique de l'environnement physique sur les malades mentaux ⁴⁴.

Depuis, différentes recherches ont mis en avant l'impact de certains lieux (logement, milieu hospitalier) et de certaines caractéristiques du cadre bâti sur le bien-être et la santé mentale de ses occupants. C'est le cas par exemple des travaux présentés par G-W. Evans et al. (2000)⁴⁵ qui ont montré que la qualité d'un logement et la détresse psychologique variaient en sens inverse. L'état de santé mentale serait donc directement lié à la qualité du lieu évalué. Nous allons ci-dessous évoquer, de manière non exhaustive quelques paramètres du cadre bâti dont les recherches ont montré qu'ils ont un impact sur le comportement, les attitudes ou l'état de santé des personnes.

⁴¹ FISCHER N-G., et DODELER V. (2009).

⁴² CHARRAS K. (2008).

⁴³ OSMOND H. (1959).

⁴⁴ SIVADON P. (1965).

⁴⁵ EVANS G-W., et al. (2000).

Le nombre d'occupants

Des recherches ont mis en évidence l'impact de la densité sur le comportement. P-H Chombart de Lawne⁴⁶ à travers l'étude des logements de familles ouvrières a montré que si l'espace disponible par personne était inférieur à une certaine surface cela se traduisait par une augmentation de cas pathologiques. D'autres recherches se sont intéressées aux « surcharges environnementales » que pouvaient créer des espaces urbains denses⁴⁷. Cependant G-N Fischer souligne que ces relations ne sont pas nécessairement directes et univoques et que les réponses comportementales ne sont pas systématiques : *« On peut retenir que les relations entre densité urbaine et phénomènes pathologiques ne sont pas simples ; la densité n'agit pas comme facteur déterminant, mais interagit avec un ensemble de variables socioculturelles complexes qui vont donner à des effets des réponses circonstanciées »*⁴⁸. Il évoque dans son ouvrage une recherche menée par Prohansky, Ittelson et Rivlin⁴⁹ au travers de laquelle ils ont étudiés l'influence de la taille, du nombre de personnes accueillies dans une chambre et le comportement des patients qui s'y trouvaient. Les résultats de la recherche ont établi que les patients accueillis seuls dans des petites chambres développaient plus leur socialisation.

Le bruit

Plusieurs travaux ont étudié l'influence du bruit sur le bien-être : son intensité et son caractère répétitif apparaissent notamment comme des facteurs aggravant la gêne⁵⁰. En 2002⁵¹ l'INSEE caractérise les nuisances sonores comme faisant partie des nuisances principales ressenties par les habitants des grandes villes. L'exposition à des bruits trop intenses provoque évidemment des réactions physiologiques (comme de la surdité passagère) mais il ressort de plusieurs études que le bruit peut également influencer d'une manière plus générale le comportement, l'état de stress et les capacités des individus. A. Moch⁵², par exemple, à travers l'étude de l'impact du bruit sur des enfants, a trouvé que plus les enfants étaient exposés aux nuisances sonores plus ils présentaient des difficultés dans des épreuves demandant de se concentrer et des problèmes dans le développement intellectuel. D'autres études ont permis de faire ressortir l'influence du bruit par rapport à la perception de la douleur⁵³ et les troubles du sommeil⁵⁴ ou encore l'influence du bruit sur l'entraide⁵⁵.

⁴⁶ CHOMBART DE LAUWE P-H. (1975).

⁴⁷ MILGRAM S. (1970).

⁴⁸ FISCHER N-G. (1997).

⁴⁹ PROSHANSKY H-M., et al. (1970).

⁵⁰ FISCHER N-G. (1997).

⁵¹ MARTIN-HOUSSART G., et RIZK C. (2002).

⁵² MOCH A. (1985).

⁵³ Comme par exemple l'étude de SCHWEITZER M., et al. (2004).

⁵⁴ C'est le cas notamment des travaux présentés par GARBOR J-Y., et al. (2003).

⁵⁵ Voir notamment les travaux de SHERROD D-R., et DOWNS R. (1974).

L'aménagement

L'impact de l'aménagement et du mobilier sur les échanges a été étudié à plusieurs reprises. L'aménagement d'une salle de classe et le lieu où se situent les étudiants favorisent ou au contraire diminuent leur participation, leur concentration et leur réussite. A. Baum et S. Valins⁵⁶ ont quant à eux étudié l'impact des couloirs de résidence universitaire sur les capacités de socialisation. Il en ressort que les étudiants accueillis dans les résidences avec des longs couloirs présentent des comportements moins enclins à favoriser les interactions que les étudiants qui évoluent dans un espace comprenant des couloirs plus courts et un espace central.

Volume et hauteur

J. Meyers-Levy et al.⁵⁷ ont mis en avant l'influence des hauteurs de plafond sur le comportement à travers une série de trois expériences. Ils sont partis de l'hypothèse de départ que notre manière de traiter les informations et de consommer pourrait être influencée par la hauteur des plafonds. Les résultats de ces expérimentations ont montré que les personnes qui se situaient dans les pièces où les plafonds étaient les plus bas s'étaient concentrées majoritairement sur des notions plus concrètes. Les résultats de cette expérience mettent en avant que la hauteur de plafond peut être liée avec la pensée par rapport à des concepts particuliers. « *When salient, relatively high ceilings appear to activate concepts related to freedom, while low ceilings prime confinement-related concepts* »⁵⁸

Éclairage artificiel

L'éclairage artificiel et son impact sur le comportement ont également été l'objet d'études. On peut par exemple citer les travaux de R. Riemersma-Van Der Lek et al.⁵⁹ Il s'agit d'une recherche menée avec 189 résidents de 12 maisons de retraites différentes en Hollande. Les résultats ont montré que la lumière atténuait la détérioration cognitive et améliorait les symptômes de dépression.

Éclairage naturel

Des travaux montrent également le lien entre quantité de lumière naturelle présente dans une chambre d'hôpital et la perception de la douleur et le niveau de stress qui diminuent lorsque la chambre est plus lumineuse⁶⁰. Par ailleurs, l'orientation de la lumière naturelle aurait elle aussi son importance. Il ressort des travaux de F. Benedetti⁶¹ (comme le rappelle G-N. Fischer) que les patients dépressifs fréquentant des chambres orientées à l'est auraient globalement des séjours plus courts à l'hôpital que ceux fréquentant des chambres orientées à l'ouest.

⁵⁶ BAUM A. et VALINS S. (1977).

⁵⁷ MEYERS-LEVY J., et ZHU R. (2007).

⁵⁸ Ibid.

⁵⁹ RIEMERSMA-VAN DER LEK R. et al. (2008).

⁶⁰ WALCH J-M. et al. (2005).

⁶¹ BENEDETTI F. et al. (2001).

Les vues, les distracteurs, l'art, les couleurs

La théorie du « supportive design » (R-S. Ulrich⁶²) se base sur la capacité d'un établissement de soins à favoriser la réduction du stress et améliorer la santé des patients qui y sont pris en charge : « *by focusing on the concept of stress, a theory of supportive design can be developed that conceptualizes human impacts of design in ways that are related directly to scientifically credible indicators or interpretation of wellness* »⁶³. R-S Ulrich propose donc trois axes de conception fondamentaux pour réduire le stress dans ce type d'établissement.

- Fournir des distractions positives (décorations, musiques) et permettre des vues sur la nature. Certains éléments présents dans l'environnement proche pourraient être des sources de stress et de surcharge sensorielle. *“If stimulation levels are high due to sounds, intense lighting bright color and other environmental elements, the cumulative impact on patients will likely be stressful. At the other extreme, prolonged exposure to low levels of environmental stimulation produces boredom and often negative feelings such as depression”*⁶⁴. Différentes recherches (dans l'environnement professionnel et de santé) ont montré que le manque de fenêtres pouvait favoriser l'anxiété : *“For instance, research on intensive care units has shown that sensory deprivation stemming from, for instance, lack of windows is associated with high levels of anxiety and depression and with high rates of delirium and even psychosis (e.g., Wilson, 1972; Parker and Hodge, 1967; Keep et al., 1980)”*⁶⁵. Les vues sur la nature pourraient diminuer le stress et favoriser le bien-être. R-S Ulrich et al. à travers une étude comparative - concernant des étudiants - sur leur vision quotidienne de la nature/ou l'inverse ont noté un lien avec le stress. Ces résultats ont été confirmés par d'autres études en milieu hospitalier. On peut notamment citer l'expérience réalisée par J-H. Heerwagen et G. Orians⁶⁶ qui ont disposé une fresque murale représentant la nature dans une salle d'attente. Il ressort de cette expérience que les patients seraient moins stressés lorsqu'ils voient le mur avec la fresque. Ulrich et R. Simons (1986) ont réalisé une expérience dans une banque de dons de sang concernant les distractions environnementales. L'objectif était d'étudier l'influence de la télévision dans la salle d'attente. La télévision était donc arrêtée certains jours et fonctionnait en continu les autres jours. Les donneurs présentaient des niveaux de stress plus importants lorsque que la télévision était en marche. R-S. Ulrich souligne également l'impact que l'art pourrait avoir sur le stress. Il a étudié cela lors d'une recherche menée en 1986 dans un hôpital à partir du recueil des réactions que des patients avaient au contact de différentes peintures. D'après cette étude préliminaire les tableaux abstraits, auraient un effet plus négatif que l'art figuratif (nature notamment) qui serait bénéfique. R-S. Ulrich rappelle cependant que les résultats de cette recherche doivent être jugés avec précaution. Les travaux de N-M. Wells⁶⁷ soulignent à leur tour les liens possibles

⁶² ULRICH R-S. (1991).

⁶³ Ibid.

⁶⁴ Ibid.

⁶⁵ Ibid.

⁶⁶ HEERWAGEN J-H., et ORIANIS G. (1986).

⁶⁷ WELLS N-M. (2000).

entre la vision de la nature depuis un lieu et l'amélioration des capacités de concentration. C. Kenneth Tanner⁶⁸ à partir de l'évaluation d'élèves a étudié l'impact des fenêtres de classe donnant sur des espaces naturels. Les élèves qui pouvaient voir la nature avaient des meilleurs résultats dans les exercices de calcul, de langage que les élèves qui avaient une vision sur les parkings ou les rues.

- Concevoir un bâtiment favorisant la possibilité de contrôle et de choix. R-S. Ulrich rappelle que la possibilité de moduler et choisir certains paramètres de son environnement influence le niveau de stress : « *a consistent finding in stress research has been that if an individual has a sense of control with respect to a potential stressor, the negative effects of the stressor are markedly reduced or even eliminated (e.g. Evans and Cohen).* »⁶⁹
- Concevoir des établissements de soins permettant aux patients de bénéficier au maximum d'un soutien (espace de rencontre...). Les recherches sur l'aménagement et la disposition de mobilier mettent en avant une influence de ces derniers sur les interactions. « *For example, studies of day rooms or lounges have found that social interaction is reduced considerably when chairs are arranged side-by-side especially along the walls of the room.* »⁷⁰ Même si plusieurs recherches mettent en avant le lien entre le soutien des proches et la diminution du stress, R-S. Ulrich rappelle que peu ont proposé une manière de transposer ces éléments au niveau de la conception « *However, only a small number of studies have examined how health facility design can facilitate or hinder access to social support* »⁷¹.

La théorie du « restorative environment » quant à elle fait référence au processus de récupération de l'attention. Certaines caractéristiques environnementales pourraient favoriser la récupération de l'attention. Ces environnements sont dit « reconstituants » et permettraient d'aider à faire face à un trop plein de stimuli. Comme le souligne, G-N. Fischer pour favoriser cette récupération mentale il est possible de travailler sur plusieurs aspects de l'environnement. « *Différentes caractéristiques de l'environnement physique sont directement liées à la récupération de la fatigue cognitive (Evans, 2003.)* »⁷²

I.1.3 Inscription de notre recherche dans ces questionnements

Ce rapide état de l'art non exhaustif de la problématique liant la question environnementale et comportementale confirme l'intérêt et l'actualité de nos recherches. Les relations entre l'environnement et les comportements peuvent prendre des formes diverses et être envisagées sous différents angles et ainsi porter sur l'influence de certains comportements sur l'environnement ou encore sur l'influence de l'environnement sur les comportements, les

⁶⁸ KENNETH TANNER C. (2009).

⁶⁹ ULRICH R-S. (1991).

⁷⁰ Ibid.

⁷¹ Ibid.

⁷² FISCHER N-G., et DODELER V. (2009).

attitudes et l'état de santé des individus. Notre étude s'inscrit largement dans ces questionnements et particulièrement sur le second axe qui étudie l'influence de l'environnement sur le comportement et la santé mentale. Nous nous inscrivons en effet dans une démarche intégrative avec pour hypothèse que le cadre bâti des établissements pour personnes autistes pourrait être un facteur supplémentaire d'accompagnement lors de leur prise en charge et de leurs soins.

Les études précédentes ont permis de voir que certaines caractéristiques spatiales pourraient avoir un effet négatif sur le comportement notamment dans des milieux accueillant des personnes présentant des troubles psychiques, cognitifs ou mentaux et que l'environnement pourrait avoir un rôle dans les soins et traitements. La conception de ces espaces pourrait donc représenter un enjeu important pour ces populations. D'ailleurs, S. Pornin⁷³ et C. Peeters (psychologues environnementalistes) à propos des environnements de soins, rappellent que : « *trop souvent, dans les établissements de soins, les caractéristiques environnementales sont négligées alors qu'elles sont un support important pour le bien-être psychique.* » Elles évoquent ainsi cinq caractéristiques qui pourraient être intégrées lors de la conception d'établissements de soins pour améliorer le bien-être et la santé des personnes accueillies : la stimulation (la quantité d'information sensorielle), la cohérence (qui renvoie à la lisibilité et à la clarté de l'environnement), l'affordance (capacité des objets ou des espaces à induire ou à suggérer des actions), le sentiment de contrôle et l'effet restauratif.

L'environnement physique pourrait devenir facteur de gêne et de handicap dès lors qu'il serait en inadéquation avec les attentes et les compétences de ses usagers. On comprend l'importance pour des personnes déjà en situation de handicap d'éviter que leur environnement soit un facteur aggravant. Comme le rappelait le philosophe B. Quentin lors des journées Nationale à Metz en 2011 sur l'habitat comme enjeu de la participation sociale des personnes en situation de handicap : « *Plus nos déficiences sont grandes plus la qualité et le rôle des structures spatiales et architecturales peuvent être déterminants dans la prévention, la réduction ou l'aggravation des déficiences.* »⁷⁴ Cette déclaration fait largement écho aux théories d'adaptation de l'individu à son environnement et en particulier au modèle de pression environnementale qui a été développé par P. Lawton et L. Nahemow⁷⁵ pour décrire l'environnement des personnes âgées. Ce modèle se base sur un rapport entre les compétences des individus (représentées notamment par leurs capacités physiques, psychologiques et cognitives) et les exigences de l'environnement qui les entourent. Selon ce modèle chaque personne aurait un niveau d'adaptation optimal à son environnement qui se dégraderait lorsque les compétences des individus à faire face à la pression environnementale diminueraient. S. Pornin, rappelle cela en se référant aux hypothèses de docilité et pro - activité environnementale : « *En psychologie environnementale, la théorie des niveaux d'adaptation, qui aborde ces relations homme environnement, postule que chaque personne à*

⁷³ PORNIN S., et PEETERS C. (2009).

⁷⁴ QUENTIN B. (2011).

⁷⁵ LAWTON P., et NAHEMOW L. (1973).

un niveau optimal de stimulation à travers plusieurs dimensions[...] D'une part, l'hypothèse de pro activité suggère que plus la compétence d'une personne est élevée, mieux celle-ci sera capable d'utiliser les ressources d'un quelconque environnement au service de ses besoins personnels ; D'autre part, l'hypothèse de docilité environnementale suggère que moins la personne est compétente (santé biologique, habiletés sensorielles et motrices, et fonctions cognitives), plus elle sera sensible et vulnérable aux déficiences de son environnement parce que moins adaptable. »⁷⁶ Il est permis d'imaginer que ce modèle développé pour les personnes âgées peut s'appliquer aux personnes présentant des troubles de types autistiques ; et ainsi penser que la conception peut compenser, atténuer ou supprimer certaines incapacités.

Les études que nous avons mentionnées ci-dessus nous orientent également sur la prise en compte de certains paramètres environnementaux et comportementaux qui ont déjà été étudiés. Nous pouvons en effet imaginer l'utilité et l'importance de considérer des notions telles que le bruit, la lumière naturelle et artificielle, le volume des pièces... À travers les études concernant la densité et l'entassement nous pouvons constater qu'il est particulièrement judicieux de tenir compte de ces dimensions et ce, notamment lorsque l'on se propose de travailler sur un espace institutionnel. C'est pour cela que nous pouvons d'ores et déjà pressentir l'importance de certaines variables comme : le nombre d'usagers par pièce, la surface disponible individuellement, et le nombre de personnes accueillies qu'il semble en effet nécessaire d'étudier; la densité n'est en outre pas ressentie de la même manière par les personnes qui la subisse. « *Tout d'abord, il semble, selon certaines recherches que la densité exerce une influence plus grande sur certains types de populations que sur d'autres ; par exemple , celles qui vivent en institutions fermées, comme les prisonniers, développent un sentiment d'entassement d'autant plus fort qu'elle ne peuvent exercer aucun contrôle sur l'environnement immédiat, ce qui confirme le fait que tout a été conçu pour les empêcher d'avoir quelque maîtrise sur elles-mêmes. On assiste ainsi à des réactions diverses, en fonction du sentiment d'entassement : comportements agressifs, défensifs, distanciation, retrait, etc.* »⁷⁷ Par ailleurs, ces variables semblent particulièrement importantes à considérer pour un public qui présente dans son tableau clinique des troubles des interactions.

La mise en place d'une méthodologie adaptée constitue un réel enjeu pour les études portant sur l'analyse du comportement et du cadre bâti. G-N Fischer et V. Dodeler évoquent les difficultés pour trouver des outils d'évaluation de l'environnement : « *...c'est surtout l'évaluation de la qualité d'un espace qui ne trouve aucun consensus méthodologique. Certaines études se réfèrent à des critères d'évaluation objectifs (surface habitable, salubrité...) pouvant être évalués tant par les habitants que par une personne externe. D'autres au contraire ont ciblé la façon dont les individus perçoivent leur logement, par le biais de questions portant sur le sentiment de bien-être, ou d'appartenance.* »⁷⁸ Par ailleurs, l'environnement en lui-même ne suffit pas toujours à expliquer les variations du

⁷⁶ PORNIN S. (2005).

⁷⁷ FISCHER N-G. (1997).

⁷⁸ FISCHER N-G., et DODELER V. (2009).

comportement. « *Les caractéristiques environnementales sont donc le plus souvent multifactorielles au regard des éléments à prendre en compte. En conséquence, la santé est une réalité globale et multi déterminée.* »⁷⁹ C'est pour cela qu'il est important d'avoir des analyses croisées mêlant un nombre suffisant de variables, incluant ce que l'on appelle des « variables contrôles ». C'est-à-dire des variables que l'on mesure afin de ne pas conclure trop vite à un lien entre architecture et comportement. C'est le cas en ce qui nous concerne des variables de types chimiques et biochimiques : traitement médicamenteux, prises en charge... Il s'agit d'éviter au maximum de biaiser les résultats. Certains facteurs sont parfois difficilement identifiables comme résultant de l'environnement car d'autres éléments pourraient provoquer les mêmes variations.

Ce premier tour d'horizon, des travaux et expériences abordant les questions de l'environnement et du comportement met en avant l'importance de démarches transdisciplinaires pour traiter de leur rapport. Comme nous l'avons souligné en introduction, ces aspects demeurent encore aujourd'hui peu enseignés et appliqués concrètement dans le champ architectural. K. Charras en 2008, en faisant référence aux travaux de Phillip (1996), semblait évoquer également cela : « *Malgré ces avancées, Phillip (1996) constate un échec des psychologues environnementalistes à transmettre et communiquer ces données de façon compréhensibles aux architectes, ce qui a eu pour tendance de ralentir l'application des préceptes de la psychologie environnementale, bien que ces domaines étaient au départ intimement liés.* »⁸⁰ I. Léothaud en 2006 évoque à son tour des difficultés de communication mais qui ont tendance néanmoins à diminuer. « *Des difficultés de compréhension subsistent entre les professionnels de la santé mentale et les professionnels de la conception [...] Cependant depuis les années 90, le dialogue entre professionnels de la santé mentale et professionnels de la conception se développe. Aujourd'hui, les congrès ou colloques sur le thème de la psychiatrie et de l'architecture ou plus largement sur le thème de l'architecture hospitalière favorisent la communication entre ces deux mondes et soulignent l'existence d'échanges, la volonté de partager des expériences, des points de vue.* »⁸¹

I.2 Handicap, Autisme et réglementation

I.2.1 La nécessité d'une réflexion pour adapter l'environnement aux personnes en situation de handicap

Il semble difficile de traiter du handicap et de sa relation à l'environnement bâti sans aborder la prise de conscience collective qui a conduit progressivement à sa prise en compte dans les normes et recommandations d'accessibilité actuelles. La Déclaration universelle des droits de l'homme adoptée en 1948, pose les jalons de ce que devrait être la non-discrimination comme

⁷⁹ Ibid.

⁸⁰ CHARRAS K. (2008).

⁸¹ LEOTHAUD I. (2006).

vient le souligner M. Maudinet directeur du centre technique national d'études et de recherches sur les handicaps et les inadaptations : « *Au niveau international, c'est la Déclaration universelle des droits de l'homme (DUDH) de 1948 qui inaugure l'ensemble des processus, de droit et d'action, dans lesquels se trouve inscrite aujourd'hui la question de la non-discrimination et de l'autonomie des personnes en situation de handicap sur le plan international. Cette Déclaration, quoiqu'il puisse en être pensé, est un texte légal et contraignant pour les états et donc pour chacun d'entre nous quelle que soit notre situation et ou position sociale. Elle nous dit clairement que les droits de l'homme sont applicables à quiconque dans son article 2.* »⁸² B. Lindqvist⁸³ (rapporteur spécial pour les Nations Unies) va plus en loin en déclarant que : « *le domaine du handicap fait partie intégrante des droits de l'homme. Tant que les personnes handicapées seront privées de l'égalité des opportunités pour une pleine participation sociale, personne ne pourra dire que les objectifs de la déclaration des droits de l'homme seront atteints.* » Pourtant il faut attendre 1975 pour que soit prononcée la Déclaration de l'Organisation des Nations Unies⁸⁴ sur les droits des personnes handicapées et pour que le premier grand dispositif législatif en faveur des personnes en situation de handicap voie le jour en France. L'année 1975 marque donc un tournant et une prise de conscience importante. Avant c'était la personne handicapée qui devait s'adapter à son environnement. À travers cette prise de conscience émerge l'idée que c'est à l'environnement de se transformer pour être accessible à tous, accueillir la différence et devenir inclusif. « *Le type même d'intervention mis en œuvre apparaît radicalement nouveau au sein d'une politique d'intégration puisqu'il s'agit, ici, à l'évidence, non pas de réadapter les personnes handicapées, ni de leur prévoir des univers spécialisés ou des statuts protégés, mais de supprimer les obstacles que leur oppose l'environnement ordinaire. Ainsi se trouve reconnue, dans la détermination du handicap, la participation des facteurs environnementaux.* »⁸⁵ Toutefois, les changements annoncés par cette loi n'ont pas été tellement suivis dans le milieu de l'architecture où très peu de contrôles concernant la mise en accessibilité ont été instaurés à cette époque.

C'est trente ans plus tard (en 2005), que le handicap apparaît comme un chantier national prioritaire qui va aboutir à la promulgation de la loi 2005-102 du 11 février 2005 dite loi : « *pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées.* » La loi de 2005 stipule l'égalité des chances, ce qui constitue une avancée historique en la matière (c'est bien l'égalité qui est visée et non plus uniquement la non-discrimination). Cette loi doit permettre d'assurer aux personnes handicapées le libre choix de leur projet de vie, de favoriser leur participation à la vie sociale et de les placer au cœur des dispositifs qui les concernent. Les décrets et arrêtés d'application de cette loi, promulgués entre 2006 et 2007, précisent les ouvrages concernés (Établissements Recevant du Public, immeubles d'habitation collectifs, les aménagements urbains, les transports et les maisons individuelles lorsqu'elles sont louées) et les travaux concernés (toutes les constructions

⁸² MAUDINET M. (2003).

⁸³ LINDQVIST B. in FOUGEYROLLAS P., et ROBIN J-P. (2011).

⁸⁴ Déclaration prononcée le 9 décembre 1975.

⁸⁵ SANCHEZ J. (1989).

neuves correspondant aux catégories évoquées ci-dessus à partir du premier janvier 2007). Les réhabilitations quant à elles seront concernées par la loi à partir du premier janvier 2015. Le rôle de l'environnement comme facteur de handicap est de nouveau souligné dans la définition même du handicap qui est proposée par cette loi : « *Constitue un handicap, au sens de la présente loi, toute limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société subie dans son environnement par une personne en raison d'une altération substantielle, durable ou définitive d'une ou plusieurs fonctions physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques, d'un polyhandicap ou d'un trouble de santé invalidant.* »⁸⁶

P. Fougeyrollas et J-P Robin⁸⁷ lors de la conférence à Metz sur l'habitat des personnes en situation de handicap, ont rappelé que les modes de prise en charge à l'échelle internationale se sont diversifiés, modifiés et qu'un mouvement de désinstitutionalisation est en marche. Selon eux, la notion de « normalisation » et une volonté de gommer les différences, émergent mais sans améliorer forcément la participation réelle des personnes en situation de handicap. Depuis 40 ans s'est ouverte une période de changement, la personne handicapée est reconnue comme ayant des droits au même titre que les autres. La Convention relative aux droits des personnes handicapées⁸⁸ a été adoptée le 13 décembre 2006 au Siège de l'Organisation des Nations Unies à New York, signée par la France en 2007 et ratifiée en 2010. Cette convention ne crée pas de nouveaux droits mais elle définit des principes et des obligations pour les états, les acteurs sociaux, les collectivités pour accroître la qualité d'accès au logis, au transport, à la santé, à l'école, au travail et aux loisirs.

I.2.2 L'accessibilité du cadre de vie et la « pratique » architecturale

L'accessibilité pour « tous », y compris pour les publics les plus isolés, devrait nourrir la pratique architecturale. Il s'agit aussi d'une logique de respect de la loi du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées, qui stipule que les dispositions architecturales doivent être accessibles quel que soit le handicap : « *les dispositions architecturales, les aménagements et équipements intérieurs et extérieurs des locaux d'habitation, qu'ils soient la propriété de personnes privées ou publiques, des établissements recevant du public, des installations ouvertes au public et des lieux de travail doivent être tels que ces locaux et installations soient accessibles à tous, et notamment aux personnes handicapées, quel que soit le type de handicap, notamment physique, sensoriel, cognitif, mental ou psychique...* »⁸⁹ F. Aimé⁹⁰ rappelle que l'amélioration des dispositifs consacrés aux personnes handicapées font partie des dispositions du projet de

⁸⁶ Code de la construction et de l'habitation, loi n° 2005-102 du 11 février 2005.

⁸⁷ FOUGEYROLLAS P., et ROBIN J-P. (2011).

⁸⁸ Convention relative aux droits des personnes handicapées, adoptée le 13 décembre 2006 et entrée en vigueur le 3 mai 2008.

⁸⁹ Code de la construction et de l'habitation, loi n° 2005-102 du 11 février 2005.

⁹⁰ AIME F. (2012).

loi, et que l'article 44bis précise que les personnes atteintes de syndromes autistiques devraient aussi être bénéficiaires d'une prise en charge adaptée à leur besoins spécifiques. La loi du 11 Décembre 1996, dite loi Chossy⁹¹ a reconnu officiellement l'autisme comme un handicap à part entière, constituant ainsi une avancée importante. En effet, la reconnaissance du statut de « handicap » implique que c'est l'environnement qui doit être adapté aux particularités et différences de ces personnes et non ces dernières qui doivent changer pour s'adapter à l'environnement.

Le handicap est très présent dans le quotidien des architectes maître d'œuvre qui se doivent d'intégrer la réglementation et la spécificité du public pour lequel ils conçoivent tout au long de leur mission. Toutefois en réalité, rares sont les architectes qui ont une réelle connaissance de ce milieu et ce surtout lorsque l'on traite du handicap cognitif, psychique et mental. Par ailleurs, les recommandations et réglementations sont souvent vécues comme des contraintes. Constat que souligne également F. Jacomet⁹² : « *Les constructeurs sont de plus en plus astreints à des normes exigeantes et je sais, pour l'avoir vécu, que certains d'entre eux vivent comme une contrainte onéreuse et pleine de risques cette obligation de tenir compte de la réglementation particulière sur les normes permettant l'accès aux personnes handicapées, des ouvrages à usage d'habitation.* »

Les réglementations et recommandations actuelles prennent en considération pour l'essentiel le handicap moteur et sensoriel. Même si l'article 44bis de la loi 2005 (comme évoqué ci-dessus) et la charte européenne des droits des personnes autistes⁹³ évoque : « *le droit pour les personnes autistes à un logement accessible et approprié* ». A. Digravio, référente autisme de « handicap et grand âge » à l'Agence Régionale de Santé, durant un entretien qu'elle a eu avec F. Aimé⁹⁴ a souligné la : « *très grande pauvreté quant aux textes, outils, guides relatifs au handicap, mais encore plus lorsque l'on traite des handicaps cognitif, mental ou psychique.* » Le handicap moteur semble être la seule référence pour les concepteurs : « *Aujourd'hui, on sait qu'il y a 12% de la population européenne qui est en situation de handicap, le corollaire de cette situation, c'est que, dans le domaine de la construction, par convention il n'y a qu'un handicapé, un handicapé type, c'est le handicapé circulant en fauteuil roulant.* »⁹⁵ On constate dès lors un fort décalage entre les chartes et textes législatifs qui dans leur contenu font référence à « tout type de handicap » et qui dans la réalité de leur application concerne pour l'essentiel un seul type de public.

Les manifestations récentes⁹⁶, traitant précisément de l'accessibilité et de l'adaptation du cadre bâti pour les personnes présentant un handicap mental, psychique et cognitif témoignent

⁹¹ LOI CHOSSY. (1996), Loi n° 96-1076 du 11 décembre 1996 modifiant la loi n° 75-535 du 30 juin 1975 relative aux institutions sociales et médico-sociales et tendant à assurer une prise en charge adaptée de l'autisme.

⁹² JACOMET F. (2003).

⁹³ Charte présentée lors du 4e Congrès Autisme-Europe, à La Haye, le 10 mai 1992 et qui a été adoptée sous forme de Déclaration écrite par le Parlement Européen le 9 mai 1996.

⁹⁴ AIME F. (2012).

⁹⁵ BOURGUOIN M. (2003).

⁹⁶ CERTU (2013).

des attentes qu'il y a dans ce milieu et du vide concernant les études axées sur ces thématiques. Les besoins des personnes souffrant de handicaps psychiques, cognitifs et mentaux étaient au cœur des débats de la 11^{ème} journée nationale du réseau « *ville accessible à tous* » organisée par le CERTU⁹⁷ et CNFPT⁹⁸ le 28 novembre 2013 à Lyon. Il est ressorti de cette journée que si l'on veut réellement rendre la ville et le « cadre bâti » accessibles à tous il est nécessaire de s'interroger en particulier sur ces handicaps « méconnus et invisibles » car ils demeurent aujourd'hui peu ou pas appréhendés en matière d'aménagement. L'initiative de la Direction Générale de la Cohésion Sociale⁹⁹ sur l'habitat des personnes autistes traduit bien également un besoin d'apport pour et par l'architecture sur ces questions (besoins d'éléments intelligibles et également compatibles avec d'autres normes). À travers notre travail sur le cadre bâti des personnes autistes, il s'agit bien de contribuer à faire évoluer la réflexion sur ces handicaps dit « invisibles » et sur la manière d'adapter l'espace pour ce public spécifique.

⁹⁷ Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques.

⁹⁸ Centre National de la Fonction Publique Territoriale.

⁹⁹ ANCREAI (2011).

I.3 Autisme et rapport à l'espace

I.3.1 Historique et étiologie de l'autisme

L'autisme est présenté au sein des classifications internationales comme la forme la plus typique et représentative d'une catégorie de troubles affectant le développement. Depuis 1980 cette famille est désignée sous l'appellation suivante : les troubles envahissant du développement - TED. Sont regroupés dans cette catégorie des troubles hétérogènes (autisme typique, autisme atypique, syndrome précoce, troubles envahissants non spécifiés, Asperger, troubles désintégratifs).

Les causes de ces troubles neuro-développementaux¹⁰⁰ (anomalies dans le développement du système nerveux dès l'enfance) restent à ce jour inconnues et incurables. « *Cet état de fait suscite des attentes immenses, à la mesure des possibles déceptions, autant qu'il permet des effets d'annonce, de promotion et de mode et l'émergence régulière de méthodes supposées miraculeuses se réclamant d'arguments prétendument scientifiques... On ne doit pourtant faire dire ici à la science plus qu'elle ne le peut.* »¹⁰¹ Les conditions d'apparitions des troubles autistiques peuvent être variables (autisme primaire, autisme secondaire). Durant de nombreuses années les troubles autistiques étaient considérés comme résultant d'un désordre émotionnel (théorie psychoanalytique) et d'un trouble de la relation mère - enfant. Il sera d'ailleurs utilisé le terme de « mère frigidaire » pour évoquer la froideur de la mère envers son enfant. Il s'agissait pour le courant psychoanalytique de restaurer et réparer ce désordre émotionnel. Il faudra attendre les années 80, pour que ces théories culpabilisatrices laissent leur place aux théories génétiques¹⁰². « *Pendant longtemps les parents ont été malmenés de la sorte jusqu'à ce que l'hypothèse génétique fasse son apparition dès le début des années 80.* »¹⁰³ Les études actuelles ont prouvé que l'on ne peut pas parler de maladie génétique mais plutôt de « prédispositions génétiques. » K. Charras en s'appuyant sur les travaux de F Happé et al.¹⁰⁴ rappelle à ce propos que : « *les connaissances actuelles dans ce domaine ne nous permettent pas de conclure de façon plus approfondie quant aux origines de la maladie, et tendent à nous faire adopter une explication multifactorielle de celle-ci, à l'instar d'une conception unifactorielle cognitive ou génétique.* »¹⁰⁵

¹⁰⁰ BARTHELEMY C., et al. (2002).

¹⁰¹ GEORGIEFF N. (2008).

¹⁰² BOURGERON T. (2009).

¹⁰³ CHARRAS K. (2008).

¹⁰⁴ HAPPE F., et al. (2006).

¹⁰⁵ Ibid.

I.3.2 Les troubles autistiques

Le terme apparaît en 1911 dans la clinique psychiatrique pour décrire des troubles psychiques et comportementaux précoces de la schizophrénie nouvellement repérée alors, néologisme dont l'étymologie provient du grec « autos » signifiant « soi-même »¹⁰⁶. Il faut attendre 1943 et L. Kanner¹⁰⁷ pour que le terme « autisme » soit utilisé dans son acceptation actuelle. Il utilise le terme « autisme infantile précoce » pour décrire des troubles qu'il observe chez onze enfants. Il note déjà à cette époque des difficultés dans deux domaines majeurs : « sameness » (l'intolérance au changement) et « aloneness » (l'isolement)¹⁰⁸. Un an plus tard c'est au tour de H. Asperger¹⁰⁹ de décrire des troubles similaires. Malgré une différence liée aux degrés de déficiences intellectuelles des enfants décrits, (H. Asperger étudie des personnes au développement intellectuel normal d'où l'utilisation du terme syndrome d'Asperger pour qualifier les autistes de haut niveau), tous deux font une description très proche sans pour autant s'être concertés.

Les recherches actuelles sur ce thème mettent en avant un panel de troubles qui sont qualifiés de « spectre autistique » et qui établissent une description qualitative des troubles. « *La notion de TED fait référence au caractère extensif, précoce et durable des anomalies dans plusieurs domaines du développement qui ont amené à définir la notion de « spectre des troubles autistiques.»*¹¹⁰ Pour certains spécialistes une triade de troubles formerait le tableau clinique complet¹¹¹.

Cette triade symptomatologique regrouperait :

- Les troubles des interactions sociales et de la réciprocité, avec notamment le besoin et la préférence pour l'isolement et un repli sur soi (les personnes autistes peuvent donner l'impression de s'être coupées du reste du monde), avec des réactions inadaptées au contexte dans lequel se trouve le sujet, avec une détérioration des interactions sociales, avec des difficultés pour comprendre les autres (absence d'empathie¹¹²) et avec des difficultés pour supporter le regard des autres et leurs « dimensions intrusives ».
- Les troubles du langage et de la communication (écholalie, vocabulaire restreint, mauvaise utilisation pronominal, mutisme).
- Des intérêts restreints et répétitifs avec des activités et des comportements obsessionnels, stéréotypés et limités dans leur nature.

D'autres troubles sont fréquemment associés, dont :

¹⁰⁶ TORJMAN S., et CHARRAS K. (2007).

¹⁰⁷ KANNER L. (1943).

¹⁰⁸ HOCHMANN J. (2008).

¹⁰⁹ ASPERGER H. (1944).

¹¹⁰ Association Nationale des Centres Ressources Autisme (ANCRA), URL : <http://www.autismes.fr/>.

¹¹¹ WING L., et BURGOINE E. (1983).

¹¹² BUTEN H. (2003).

- Des particularités et anomalies sensorielles¹¹³ et une altération de la perception, pouvant se caractériser par une hypersensibilité ou au contraire une hyposensibilité à différentes stimulations (anomalies dans la perception des différents sens : sonore, visuel, tactile, proprioceptif, olfactif...). « *Unusual responses to sensory stimuli were noticed from the very beginning of the 'official history' of autism. Both Kanner (1943) and Asperger (1944) described bizarre reactions of their patients to sound, touch, sights, taste and smell.* »¹¹⁴ Les personnes autistes pourraient présenter une mauvaise appréciation du danger et une réaction anormale à la douleur.
- Le besoin d'un environnement stable et « familier » avec une mauvaise résistance au changement.
- Un retard mental, dont le pourcentage est variable « *La proportion de personnes autistes avec retard mental varie entre 25% et 60% selon les études épidémiologiques* »¹¹⁵ rappelle L. Bouvet en s'appuyant sur les travaux de G. Baird et al.¹¹⁶; S. Chakrabarti et E Fombonne^{117,118}.
- Des comportements problèmes qui peuvent se traduire par des destructions, des conduites auto ou hétéro agressives.
- De l'épilepsie,
- ...,

Les troubles autistiques sont variables en intensité et dans leur nature et évoluent en fonction de l'âge¹¹⁹. Ces troubles affectent au quotidien la vie des personnes atteintes, et envahissent et altèrent de manière plus ou moins intense les différents temps de la vie du sujet. Les personnes diagnostiquées comme autistes peuvent présenter des différences entre elles très importantes et leur fonctionnement intellectuel et cognitif peut être très hétérogène. Par conséquent l'efficacité des traitements n'est pas la même en fonction des sujets. « *Il est probable en effet que l'on regroupe sous le terme d'autisme aujourd'hui des pathologies du développement hétérogènes, mais qui partagent une expression comportementale finale commune.* »¹²⁰

I.3.3 Un rapport à l'espace particulier

Cette description des troubles envahissants du développement établie à partir des données de la recherche clinique révèle bien que des éléments pourraient potentiellement être liés à une

¹¹³ LEEKAM S-R., et al. (2007).

¹¹⁴ BOGDASHINA O. (2013).

¹¹⁵ BOUVET L. (2012).

¹¹⁶ BAIRD G., et al. (2000).

¹¹⁷ CHAKRABARTI S., et FOMBONNE E. (2001).

¹¹⁸ FOMBONNE E. (2001), (2009).

¹¹⁹ HAUTE AUTORITE DE LA SANTE (2010) ;

¹²⁰ GEORGIEFF N. (2008).

problématique spatiale. *«De façon générale, les troubles envahissants du développement se caractérisent par une incapacité à constituer une relation affective et à répondre aux stimuli provenant de l'environnement. Ainsi, certaines situations environnementales et stimuli sensoriels peuvent déclencher [chez les personnes autistes] des réponses au stress inattendues ou anormalement élevées, tant sur un plan biologique, que comportemental, avec une difficulté voire une impossibilité à mettre en place des stratégies ou des mécanismes de régulation adaptés pour faire face à des situations perçues comme stressantes.»*¹²¹

Les témoignages des personnes autistes mettent eux aussi en avant un rapport à l'espace particulier. T. Grandin¹²², autiste de haut niveau et professeur à l'université du Colorado montre en effet sa perception accrue de certains stimuli sonores et tactiles. *« J'ai un système auditif qui fonctionne comme un amplificateur au maximum de sa puissance. Mes oreilles se comportent comme un microphone qui ramasse et amplifie le son. J'ai deux choix : je poursuis l'écoute et me laisse envahir par un déluge de sons, je me coupe de la source des sons.»*¹²³ En réponse à ces éléments perturbateurs et violents elle se coupe du bruit et donc du monde extérieur : comportement autistique « rythmique et stéréotypé ». Elle souligne que les réactions, les sentiments de gêne ou de plaisir varient d'un enfant autiste à l'autre : *« Un stimulus sensoriel qui provoque la peur chez un enfant autiste peut devenir une fixation très agréable chez un autre enfant. »*¹²⁴ Pour répondre à ses troubles elle a imaginé une machine qui atténue ses angoisses et l'apaise. *« L'utilisation régulière de la machine à serrer aide à modifier une partie des anomalies biochimiques provoquées par le manque de stimulations calmantes de la petite enfance.»*¹²⁵ Au-delà de l'utilisation de sa propre « machine à serrer », elle évoque l'utilisation de thérapies sensorielles (applications en douceur de stimulations tactiles ayant pour effet la désensibilisation du système tactile) en vigueur au États Unis qui permettent d'améliorer le comportement social, de diminuer les comportements stéréotypés et autodestructeurs, d'améliorer la communication et des interactions.

I.3.4 Les hypothèses cognitives

Les modèles cognitifs de l'autisme mettent eux aussi en avant un lien possible avec la problématique spatiale comme le souligne F. Samson¹²⁶ en s'appuyant sur les travaux de S. Dakin et U. Frith¹²⁷ : *« parallèlement aux difficultés observées au niveau des habilités sociales et de communication, on associe maintenant fréquemment la présence d'un traitement perceptif atypique au phénotype autistique. »* Certains travaux notent un déficit de la sphère sensorielle chez les personnes autistes. S. Courteix note les difficultés que les

¹²¹ TORJMAN S., et CHARRAS K. (2007).

¹²² GRANDIN T. (1994).

¹²³ GRANDIN T. (1996).

¹²⁴ Ibid.

¹²⁵ Ibid.

¹²⁶ SAMSON F. (2010).

¹²⁷ DAKIN S., et FRITH U. (2005).

personnes atteintes d'autisme éprouvent pour donner du sens aux informations sensorielles qu'elles reçoivent. « *D'où la sensation d'être submergé par un trop-plein de stimuli perceptifs, dont l'intensité perçue semble bien souvent supérieure à ce qu'elle serait chez un sujet ne présentant pas ce type de déficit.* »¹²⁸ Un trop grand flux d'informations peut augmenter le sentiment d'angoisse.

Les personnes autistes pourraient avoir une faible cohérence centrale¹²⁹, et traiteraient les informations bribes par bribes. Elles se focaliseraient essentiellement sur certains détails et peu sur le contexte d'ensemble ce que l'on pourrait qualifier d'« hypersélectivité ». Ils négligent la valeur d'ensemble et tiennent compte que des unités élémentaires¹³⁰. La théorie de la cohérence centrale a été développée par U. Frith¹³¹, qui postule que les personnes autistes auraient une détérioration cérébrale qui ne leur permettrait pas de trier les stimuli reçus. « *According to Frith, people with autism would present an impairment of the cerebral mechanism that confers coherence to the wide range of stimuli we receive.* »¹³² C'est cette absence de cohérence centrale qui empêcherait de donner du sens aux stimuli reçus et des difficultés pour appliquer les enseignements tirés d'une expérience à un autre contexte, la focalisation sur certains détails et la mauvaise contextualisation.

Des études récentes mettent en avant des troubles des fonctions exécutives chez certaines personnes autistes notamment par des difficultés d'inhibitions et de contrôle des actes ou des pensées. Les troubles des fonctions exécutives pourraient avoir un impact sur les processus mentaux et cognitifs comme l'attention, la concentration et la planification des actions. « *Ces fonctions, très différentes les unes des autres, sont impliquées dans la planification et la régulation d'actions (motrices et ou mentales) dirigées vers un but finalisé, ce qui permet une grande adaptabilité face aux contingences environnementales, autrement dit à la nouveauté, la complexité et la conflictualité.* »¹³³ Ceci pourrait également entraîner des problèmes d'adaptation aux situations nouvelles et de flexibilité (immuabilité) ce qui peut avoir un impact sur les stéréotypies, les intérêts restreints, répétitifs et la persévération. « *Plus précisément, un manque de flexibilité mentale expliquerait l'immuabilité, la résistance aux changements ; un défaut d'inhibition rendrait compte des comportements répétitifs et stéréotypés et des persévérations un déficit d'initiation et de planification participerait aux difficultés d'apprentissage, de gestion des activités de la vie quotidienne et d'autonomisation.* »¹³⁴

¹²⁸ COURTEIX S. (2009).

¹²⁹ HOUZEL D. (2006).

¹³⁰ MAZET P., et al. (2000).

¹³¹ FRITH U. (1992).

¹³² SANCHEZ P., et al. (2011).

¹³³ MARCAGGI G., et al. (2010).

¹³⁴ Ibid.

Les personnes autistes pourraient avoir un traitement perceptif atypique comme l'évoque le modèle d'un surfonctionnement perceptif¹³⁵. F. Samson explique à propos de ce modèle qu'il : « décrit les particularités du traitement perceptif dans l'autisme. Principalement, ce modèle multimodal met l'emphase sur la présence d'une capacité supérieure de traitement de l'information perceptive dans l'autisme. »¹³⁶

I.4 État de l'art de la problématique environnementale et autistique

L'état de l'art concernant les travaux liant la problématique architecturale et les troubles autistiques reste limité, épars et souvent basé sur des connaissances métiers, des témoignages (T. Grandin¹³⁷, D. Tammet¹³⁸) et des retours d'expériences^{139,140} et ce malgré des préoccupations de plus en plus partagées tant au niveau national^{141·142·143·144} international, qu'au sein de la communauté scientifique. Constat que semblent confirmer S. Courteix¹⁴⁵ et P. Sanchez et al.¹⁴⁶ qui ont tenté de dresser une revue de la littérature existante sur les critères de conception à prendre en compte lors de la conception d'établissement accueillant des personnes autistes. P. Sanchez et al. soulignent d'ailleurs à ce propos : « *we have shown that the literature on built environments and their relation to people with ASD and their needs is scarce, in spite of the enormous amount of research on autism that has been carried out in recent years.* »¹⁴⁷ Les rares travaux méritent donc d'être complétés et continués et ce notamment dans le cadre de l'architecture. « *It is mandatory to advance in research on this matter, with further analyses and assessments of architectural realisations that have been designed and built for people with autism, and of the adaptation to these users' needs.* »¹⁴⁸

En 2003, P. Myler et al.¹⁴⁹ s'intéressent aux critères de conception des écoles accueillant des enfants autistes qui pourraient favoriser la prise en charge de ces derniers. Pour aborder cette question, ils se basent sur le retour d'expérience de directeurs et éducateurs, sur leurs propres

¹³⁵ MOTTRON L., et al. (2006).

¹³⁶ SAMSON F. (2010).

¹³⁷ GRANDIN T. (1994), (1992), (1996).

¹³⁸ TAMMET D. (2007).

¹³⁹ SADOUN P. (2006).

¹⁴⁰ AIME F. (2012).

¹⁴¹ ANCREAL. (2011).

¹⁴² PEROCHEAU N. (2007).

¹⁴³ GOYEAU F. (2008).

¹⁴⁴ MASSIAS-ZEDER. (2014).

¹⁴⁵ COURTEIX S. (2009).

¹⁴⁶ SANCHEZ P., et al. (2011).

¹⁴⁷ Ibid.

¹⁴⁸ Ibid.

¹⁴⁹ MYLER P., et al. (2003).

connaissances et sur des témoignages d'autistes de haut niveau (tel que T. Grandin¹⁵⁰). Une des hypothèses de ce travail serait que l'environnement pourrait servir d'étayage thérapeutique mais qu'il ne serait pas suffisant à lui seul (il devrait être combiné avec un personnel formé à l'autisme). Selon ces auteurs, certaines caractéristiques spatiales bénéfiques pour les enfants autistes seraient en contradiction avec certaines idées que pourraient avoir les personnes neurotypiques. Il est communément admis par exemple que l'environnement scolaire devrait stimuler les jeunes enfants, or les enfants autistes sont très sensibles aux stimulations sensorielles. Certains aspects normalement bénéfiques seraient donc contre-productifs pour des enfants autistes. Les informations qui ressortent de ce travail sont avant tout basées sur des connaissances métiers fournies par les retours d'expériences et des témoignages.

I. Léothaud¹⁵¹, (architecte et chercheur associée au laboratoire CRESSON) en 2006 a abordé la question des troubles psychiques graves présentés par des enfants à travers l'étude et l'analyse des facteurs d'ambiance de trois structures d'accueil de jour pour des enfants présentant des troubles cognitifs, mentaux et ou psychiques. Son travail est basé sur des observations dites « ethnographiques » des individus dans leur environnement tout en s'appuyant sur une participation active des professionnels (entretiens). Elle a également eu recours à des relevés de mesure d'ambiance, des relevés de matières et matériaux, des métrés et des relevés de mobilier. Elle a réalisé des temps d'observation longs dans chaque structure, ce qui lui a permis une forte immersion dans son terrain d'étude. Elle a pris de nombreuses mesures en utilisant une méthodologie riche et variée comprenant observations directes, observations participantes et observations passives, relevés, entretiens, enregistrements. Il n'y a pas eu par contre de phase expérimentale venant compléter cette phase de mesures. Les liens qui sont établis entre les mesures architecturales et les comportements des enfants ont été essentiellement observés à partir des présupposés du chercheur et en se référant à ses propres modes de pratiquer l'espace. Alors qu'il apparaît difficile de transposer la sensibilité des personnes atteintes de TSA à celles des personnes neurotypiques et d'interpréter leurs comportements qui peuvent s'avérer particulièrement atypiques. Elle souligne les interrelations complexes qui existent entre un sujet et son environnement. Sont évoquées tour à tour, l'importance de matérialiser et de formaliser des temps de transition, la sensibilité des enfants aux bruits qui pourraient être des facteurs de gêne et d'angoisse ou l'ambiance lumineuse qui pourrait favoriser des zones d'ombre ou de cachette. Il semblerait également que les enfants recherchent fréquemment des repères dans leur environnement et qu'ils convoquent leurs différents sens (la vue, l'ouïe, le toucher...) pour appréhender leur espace et se rassurer. L'exploration des paramètres d'ambiances comme éléments du cadre bâti qui pourraient favoriser ou défavoriser le bien-être de personnes présentant des troubles psychiques graves témoigne bien de l'intérêt pour des architectes de s'interroger sur le confort perceptif de ces personnes.

¹⁵⁰ GRANDIN T. (1994), (1992), (1996).

¹⁵¹ LEOTHAUD I. (2006).

T. Whitehurst (psychologue clinicienne) et C. Beaver (architecte du GA-architects ¹⁵²) ont participé au réaménagement d'un établissement recevant des enfants autistes en intégrant leurs spécificités à partir des principes de S. Humphreys ¹⁵³ un architecte anglais, concepteur de plusieurs établissements pour personnes autistes qui a établi une liste de principes de conception qui pourraient répondre aux besoins des personnes autistes (espaces ordonnés et contenant, peu de détails et matériaux...). Il s'est basé sur sa propre pratique et sur l'expérience familiale qu'il a de l'autisme pour établir cette liste de huit principes. Le travail de T. Whitehurst et C. Beaver à partir de ces principes était piloté par la Sunfield Research Institute, une association de charité nationale britannique spécialisée dans la prise en charge des enfants autistes et avait pour objectif de comparer une structure ancienne (conçu sans considérer les spécificités de la pathologie autistique) et une nouvelle afin de mesurer l'impact d'un aménagement supposé adapté sur le comportement, le bien-être et la qualité de vie des enfants et de l'équipe. C. Beaver est l'architecte retenu pour concevoir ce projet et T. Whitehurst la psychologue en charge de l'évaluation des enfants et du personnel. Ce travail se base sur une approche intégrative de la pathologie autistique et ce nouvel établissement « modèle » veut proposer un environnement et une spécialisation des professionnels adaptés. La stratégie adoptée repose sur une évaluation par entretiens (entretiens avant, pendant et après le projet avec les chefs d'équipe de chaque unité) ainsi que le recours aux réactions des enfants via des photographies. Il s'agissait de trouver une méthode d'évaluation participative pour recueillir l'avis de ceux qui fréquentent les enfants au quotidien et qui ont vécu la transition entre les deux établissements. Certains paramètres architecturaux (espaces privés, murs courbes, couleurs neutres, etc.) pourraient impacter le quotidien des enfants autistes (amélioration de la communication, des interactions, de l'orientation...). Cette recherche est menée sur une seule structure et est basée sur la modification de plusieurs paramètres architecturaux simultanément, il est donc difficile de relier et d'isoler les paramètres réellement influents. Il serait intéressant d'intégrer un groupe contrôle. Ce travail a été suivi par la publication de plusieurs articles et communications des différents partenaires de l'équipe ¹⁵⁴ C. Beaver, a également publié différents articles ¹⁵⁵ notamment dans la revue « Good Autism Practice » sur les fondements et les caractéristiques de la conception « autism-friendly ».

Une étude menée de 2003 à 2006 ¹⁵⁶ présente le travail de recherche mené pour la réalisation d'une : « *Sensory Classroom for children on the autistic spectrum.* » L'approche retenue est centrée sur l'individu autiste et ses besoins. Dans un premier temps les chercheurs ont essayé de comprendre les besoins des enfants autistes à partir d'observations de 8 enfants (tous situés à des niveaux différents du spectre autistique), d'entretiens semi structurés avec les parents et

¹⁵² Le GA architects est un groupement d'architectes spécialisé dans la conception et la réalisation d'établissements « autism-friendly » qui assiste ses clients tout au long de l'opération (de l'expertise à la livraison et durant le fonctionnement). URL : www.ga-architects.com; <http://www.autism-architects.com>.

¹⁵³ HUMPHREYS S. (2008).

¹⁵⁴ WHITEHURST T. (2006), (2007).

¹⁵⁵ BEAVER C. (2004), (2006), (2010), (2011).

¹⁵⁶ WOODCOCK A., et al. (2006).

avec les enfants lorsque cela était possible et à partir d'un questionnaire diffusé sur Internet. Ce travail a permis aux auteurs d'établir une base de données des sensibilités aux couleurs, aux textures des matériaux par exemple, des enfants autistes en fonction de leur position sur le spectre et ainsi de souligner la complexité pour réaliser des environnements adaptés à cette population. « *Observations made in traditional, multi sensory environments showed that although some children derived benefit from these, displaying both enjoyment and relaxation, there were noticeable differential effects caused for example by lighting, on those with Asperger's Syndrome and those with "classic" autism. These observations highlighted the complexity of designing for this group.* » Cette recherche est particulièrement intéressante car elle établit une liste de paramètres en fonction du spectre autistique et souligne la différence de sensibilité des personnes autistes en fonction de leur position sur le spectre autistique (par exemple pour la lumière).

K. Charras¹⁵⁷ (docteur en psychologie environnementale) en 2008, a effectué un rapprochement méthodologique entre les démences de type Alzheimer et les troubles autistiques auxquels il applique une démarche d'étude analogue. Son objectif est de mettre en place un modèle comportement/environnement (à partir du modèle écologique de U. Bronfenbrenner¹⁵⁸ et du modèle environnement/comportement de J. Zeisel¹⁵⁹) spécifique à la pathologie autistique pouvant déboucher sur une prise en charge environnementale. Pour U. Bronfenbrenner le développement de chaque individu se fait dans un système environnemental complexe (allant du micro-système au macro-système). Leur prise en compte permet de comprendre les comportements d'un individu dans son milieu. La méthodologie retenue pour cette recherche s'articule en deux phases distinctes mais complémentaires. Une première, basée sur des observations de terrain et des entretiens semi-guidés de professionnels ayant tous une expérience significative dans la prise en charge de personnes autistes, doit permettre la réalisation du modèle comportement / environnement. La seconde phase de ce travail a pour objectif de tester un des paramètres architecturaux déterminé par le modèle comportement / environnement à partir d'un dispositif expérimental consistant à modifier l'aménagement d'un espace collectif par des cloisonnements. Les effets de ces changements ont été mesurés en amont de l'expérience, durant l'expérience et en aval et évidemment analysés. Il ressort de ce travail que la modification de la « contenance » de l'espace collectif s'accompagne de changements sur le plan comportemental et neurobiologique. S'appuyant sur les travaux de T. Schneider¹⁶⁰ et al., l'auteur ajoute que : « *l'effet de l'enrichissement de l'environnement par la modulation de ses aménagements aurait tendance à diminuer certains des symptômes inhérents à l'autisme relatifs à la sphère sociale.* »¹⁶¹ L'expérimentation proposée par K. Charras porte sur le test d'un seul paramètre architectural et mériterait sans doute d'être complétée par d'autres dans le futur. Pour réaliser son étude K. Charras avait prévu de comparer trois structures entre elles : un établissement

¹⁵⁷ CHARRAS K. (2008).

¹⁵⁸ BROFENBRENNER U. (1979).

¹⁵⁹ ZEISEL J., et al. (1994).

¹⁶⁰ SCHNEIDER T., et al.(2006).

¹⁶¹ CHARRAS K. (2008).

pour jeunes autistes qui servirait de « groupe expérimental », un établissement pour jeunes autistes mais qui ne ferait pas l'objet de travaux - « groupe témoin » - et un établissement hébergeant des jeunes présentant d'autres troubles psychopathologiques - « groupe pathologique » - et qui ferait l'objet d'interventions similaires au « groupe expérimental ». L'établissement accueillant le « groupe témoin » s'est désisté durant l'étude, ne laissant que deux établissements pour la phase expérimentale. K. Charras rappelle d'ailleurs à ce sujet qu'il aurait été sans doute intéressant de « randomiser » la sélection des établissements pour cette phase mais cela n'a pas été possible, car peu de structures se sont portées volontaires. Les résultats sont donc très prometteurs mais il serait intéressant de réaliser des études introduisant de nouveaux paramètres architecturaux, un nombre plus important de participants et de terrains d'observations.

M. Mostafa¹⁶², (Architectural Engineering Ph.D) s'intéresse à la conception architecturale d'établissements accueillant des enfants atteints de troubles autistiques. Une de ces recherches aborde précisément les établissements scolaires accueillant des enfants autistes. Elle a établi un référentiel dans la perspective de dégager quelques recommandations. Elle explique dans son article la méthodologie en deux temps qu'elle a utilisée pour son travail de recherche. Durant la première phase elle a utilisé une enquête par questionnaire afin de déterminer les paramètres architecturaux les plus influents sur le comportement des enfants autistes. Elle a distribué ce questionnaire à un échantillon de soignants et d'enseignants. Les familles pouvaient également répondre à ce questionnaire en ligne sur internet. Il s'agissait de classer par ordre d'importance des critères architecturaux divisés en 5 catégories. Les deux paramètres les plus représentés (l'acoustique et l'organisation spatiale) ont été retenus pour la seconde phase de ce travail, la phase expérimentale. Pour tester ces deux critères, de l'isolant acoustique a été mis dans une salle d'orthophonie et des cloisonnements ont été installés dans une salle de classe. Les deux interventions comparent un groupe contrôle (inchangé) et un groupe test. Ce sont les relations de l'acoustique et de l'organisation spatiale avec la concentration, les stéréotypies et le temps de réponse qui ont été étudiées. Une amélioration dans ces domaines a été notée suite aux interventions. Elle évoque d'autres paramètres architecturaux, dans son « guideline » qui pourrait potentiellement améliorer la qualité de vie des personnes autistes, ces paramètres demandent à être validés par des expérimentations du même type. Son approche reste très centrée sur les enfants et le milieu scolaire. Elle propose cinq critères au départ de l'analyse, il serait peut être intéressant d'intégrer d'autres paramètres. Elle n'a appuyé son expérimentation que sur un seul établissement. Des études ultérieures prenant en compte plusieurs établissements, une population variée et d'autres facteurs architecturaux (plus détaillés et nombreux permettant une caractérisation plus complète de l'espace bâti et ce notamment pour l'acoustique) pourraient compléter ce travail, constat qu'elle souligne également.

¹⁶² MOSTAFA M. (2008), (2010).

R. Khare et A. Mullick¹⁶³, ont tenté d'identifier les paramètres de l'environnement scolaire adaptés aux besoins des enfants autistes et d'en mesurer leurs effets sur les performances scolaires. Les questions auxquelles les chercheurs souhaitaient répondre étaient les suivantes : à quels types de problèmes les enfants autistes doivent faire face dans leur environnement, quelles sont les stratégies développées pour soutenir les enfants autistes, quels sont les paramètres de l'environnement qui pourraient améliorer les performances des enfants et ces paramètres pourraient-ils être bénéfiques à d'autres personnes. La première phase de leur recherche, à partir de l'étude de plusieurs écoles (enquête de terrain et observation), d'une revue de la littérature existante et d'entretiens, a permis d'établir une liste de dix-huit paramètres architecturaux (repères, espaces de retraits, sécurité...) qui pourraient influencer les performances scolaires. Les paramètres architecturaux concernaient à la fois le contexte d'implantation (site, localisation...) et le cadre bâti dans ses détails (matériaux, équipements...). Les chercheurs, dans un second temps, ont élaboré trois échelles d'évaluation. La première « the environmental audit », a permis de mesurer la présence des dix-huit paramètres évoqués ci-dessus selon une échelle à cinq niveaux (exceptionally high level ; high level ; moderate level ; low level ; unusually level). La seconde « performance measurement scale », utilisée par les enseignants, avait pour objectif à partir de vingt-trois questions, de tester l'impact des paramètres environnementaux sur les performances scolaires selon une échelle à trois niveaux (oui ; parfois ; non) dans les différents établissements de leur corpus. Ils n'ont donc pas fait varier un paramètre indépendamment des autres. Enfin la dernière évaluation (« design parameter rating scale ») a permis aux enseignants de reprendre les dix-huit paramètres de l'audit et de les évaluer selon leur importance pour des salles de classes situées en milieu « ordinaire » ou pour des salle de classe qui n'étaient pas destinées à accueillir des enfants autistes à partir d'une échelles à cinq niveaux (Highly recommended ; recommended ; recommended with reservation ; not sure ; not recommended). Les données collectées ont fait ressortir une corrélation entre les dix-huit paramètres et les performances scolaires (variables en fonction de la section et du milieu). Les paramètres environnementaux ont été jugés importants en milieu ordinaire et spécialisé, ce qui pourrait confirmer que des éléments pourraient être bénéfiques pour l'ensemble de la population. « *All education experts rated the environmental design parameters very high, this confirms that the eighteen design parameters formulated for children with autism are not only favorable for kids with autism but also beneficial for able-bodied kids.* » Les dix-huit paramètres identifiés pourraient servir de base pour des travaux ultérieurs dans lesquels il serait intéressant de rentrer en détail dans la description, la formalisation de ces paramètres en termes d'architecture et sur l'impact que chaque paramètre peut jouer isolément comme l'évoque d'ailleurs les auteurs : « *the research has studied the overall impact of eighteen parameters in improving performance, future studies could further elaborate by studying effect on every individual parameter, on behavior of children with autism* »¹⁶⁴.

¹⁶³ KHARE R., et MULLICK A. (2008), (2009).

¹⁶⁴ Ibid.

S. Ahrentzen et K. Steele¹⁶⁵ ont participé à un travail collaboratif porté par l'Urban Land Institute of Arizona, qui concerne la mise en place d'un « guideline » pour la conception d'établissements pour adultes autistes aux États-Unis. Ce travail répondait aux constats de l'augmentation du nombre des personnes diagnostiquées autistes, du manque de places et de structures et des inévitables questions de prise en charge que cela implique. Ce projet se donnait comme objectif la mise en place de « modèles » de prises en charge adaptées aux personnes atteintes de troubles autistiques et reproductibles. À cet effet, ils se basaient sur l'évaluation du parc existant pour la prise en charge des personnes autistes à travers l'analyse de réalisations jugées exemplaires par les équipes de ces établissements. (101 réalisations exemplaires ont été identifiées et dix-sept ont fait l'objet d'une étude de cas précise à partir d'une grille d'analyse identique pour chaque site d'observation afin d'avoir des données comparables et cohérentes entre les divers sites). C'est à partir de l'analyse de l'offre existante et d'une revue de la littérature spécialisée que le guide de conception a été établi. Ils se sont uniquement basés sur des études de cas et ils n'ont pas réellement cherché à relier des paramètres architecturaux à des paramètres cliniques.

A. Brand¹⁶⁶, dans une publication réalisée en 2010 présente un projet de recherche, dont l'objectif est de comprendre comment l'environnement construit affecte la santé et le bien-être des adultes autistes et de vérifier dans quelle mesure la conception influe sur la qualité des soins. Il s'agit au final de développer des recommandations et de publier ces principaux résultats comme référence pour les concepteurs, les architectes et les autres décideurs. Cette publication résume le travail effectué durant une année de recherche et en présente les principaux résultats. La méthode retenue pour ce travail est la suivante:

- Revue de la littérature existante spécialisée et des ouvrages autobiographiques avec pour objectif la compréhension de la complexité des processus sensoriels et du rapport particulier à l'espace.
- Réalisation d'entretiens avec des adultes autistes et avec des personnes travaillant directement avec eux. Un groupe d'experts a été constitué.
- Réalisation de visites in situ de sept établissements ayant pour objectif d'observer les comportements, les réponses et les interactions des individus dans leur environnement.
- Réalisation d'atelier d'échanges et de retours.

Ce travail qui aborde l'autisme chez les adultes alors que la plupart des autres travaux présentés concernaient majoritairement les TSA présentés par les enfants a débouché sur la mise en place d'un référentiel autour des quatre thématiques suivantes :

- Améliorer la motivation, la confiance, l'estime de soi des résidents en les encourageant à explorer leur environnement et utiliser l'espace pour développer leurs compétences et leurs intérêts.

¹⁶⁵ ULI (Urban Land Institute Arizona), SARRC (Southwest Autism Research), et al. (2009), ASU (Stardust Center for Affordable Homes and the Family), et al. (2009).

¹⁶⁶ BRAND A. (2010).

- Diminuer les déclencheurs d'agitation et d'anxiété et offrir un espace répondant aux besoins sensoriels individuels.
- Fournir un environnement dans lequel les résidents sont en sécurité et dont les matériaux présentent une facilité de maintenance, de résistance.
- Donner aux personnels les outils appropriés pour offrir un soutien et des soins centrés sur les personnes (système de communication, surveillance discrète...)

Ce guide aborde notamment la localisation de l'établissement, son organisation interne, le mobilier... Plusieurs de ces recommandations sont tirées d'expériences, d'observations in situ plutôt que de véritables tests : *«As with most of the literature on autism and the built environment, this study has attributed observed patterns of behaviour to certain design decisions. In many cases, links between design elements and improvements in behaviour such as enhanced levels of confidence or social interaction, have been interpreted rather than measured.»*. Dès lors, il serait intéressant de compléter ce travail par des études ultérieures.

Après avoir publié un premier article en 2009¹⁶⁷, sur la conception des salles de classes pour les enfants atteints de troubles autistiques, I. Scott (architecte) présente dans un article publié en 2011 un projet réalisé, à la Kaimes Schools à Edimbourg¹⁶⁸ durant une semaine avec des étudiants en architecture et des enfants autistes. Il s'agissait d'associer aux processus de conception d'une salle de classe idéale les enfants autistes pour faire ressortir leur besoins et désirs. Pour explorer les besoins des enfants une base de données photographique largement inspirée des méthodes de communication non verbale comme la méthode PECS (Picture Exchange Communication System)¹⁶⁹ a été employée. Les enfants devaient sélectionner parmi des photographies représentant des paramètres architecturaux leurs favorites. Dans un second temps, les enfants aidés des étudiants en architecture ont modélisé leur classe idéale (les résultats ressortis à partir de l'analyse des photographies ont servi de base de discussion durant cette phase). Des paramètres environnementaux ont été largement mis en avant dans les travaux et choix des enfants comme le besoin de fournir une structure spatiale ordonnée, claire et compréhensible ; le besoin de pouvoir accéder à des espaces de tailles différentes (grands et petits) ; le besoin de pouvoir parfois s'isoler, la nécessité d'avoir des espaces sensoriels différents...Ce travail vérifie que des éléments de l'environnement pourraient correspondre aux besoins des personnes autistes. L'utilisation de photographies permet de pallier le problème de communication fréquent dans l'autisme ; toutefois, ce type de médiation ne permet pas de représenter tous les paramètres architecturaux et les résultats peuvent dépendre des choix photographiques fait en amont.

¹⁶⁷ SCOTT I. (2009).

¹⁶⁸ SCOTT I. (2011).

¹⁶⁹ Le système PECS est un système de communication par échange d'image qui permet de pallier aux troubles du langage et de la communication des personnes présentant des difficultés dans ces domaines.

K. Henriksen¹⁷⁰ se donne pour objectif d'identifier les possibilités d'améliorer l'environnement scolaire des enfants atteints de TSA, en faisant émerger des solutions qui ont été appliquées et/ou observées par les éducateurs comme étant efficaces ou contre productifs. Un premier temps de son travail de recherche a été consacré à une revue de la littérature existante (que l'auteur souhaite rendre plus accessible aux concepteurs à travers la création d'une grille d'analyse croisée de sept travaux : P. Myler et al.¹⁷¹; M. Mostafa¹⁷²; M Hanbury¹⁷³; H. MacKenzie¹⁷⁴; K. Wall¹⁷⁵; T. Flowers¹⁷⁶; B. Siegel¹⁷⁷). Cette grille d'analyse devait permettre de faire émerger à partir d'une analyse de récurrence certains effets positifs et négatifs de l'environnement sur le comportement. Par la suite les résultats de deux enquêtes (permettant à des éducateurs de révéler des réactions négatives et positives des enfants par rapport à leur environnement) ont été confrontés et comparés aux résultats de cette grille. Sept éducateurs ont répondu à la première enquête (préliminaire) qui comprenait trois questions ouvertes. La seconde enquête (basée sur l'enquête préliminaire) devait permettre d'élargir le nombre de participant à l'étude (treize personnes supplémentaires ont été interrogées). La majorité des personnes interrogées (92%) déclarent avoir déjà assisté à une situation durant laquelle les enfants étaient affectés par leur environnement bâti. L'organisation spatiale et l'acoustique ont été les paramètres considérés comme les plus problématiques (par 77% des participants). Les personnes interrogées ont également du classer sur une échelle allant de un à sept les éléments du cadre bâti les plus distrayants pour les enfants. La totalité des répondants se sont accordé pour donner une note d'au moins 5/7 pour l'acoustique et environ la moitié ont jugé ce critère comme étant le plus important. La plupart (84%) des enquêtés ont accordé au moins un 4/7 à l'environnement visuel. Ce sont les stimulations olfactives qui ont été jugé les moins problématiques.

G. Shaba et K. Gaines¹⁷⁸, en 2011, ont présenté une recherche qui comparait l'impact des stimulations visuelles et auditives dans l'environnement scolaire sur le comportement d'enfants atteints de TSA aux États-Unis et au Royaume Uni. Pour appréhender cet impact, les auteurs ont utilisé un questionnaire à destination des enseignants et du personnel soignant de plusieurs écoles. Une première phase de leur recherche a été consacrée à la mise en place de ce questionnaire notamment en ayant recours à des « focus groups » pour identifier et évaluer l'étendue des problèmes sensoriels que les enfants autistes pourraient rencontrer dans leur environnement. À partir des réponses des soignants et des enseignants à leur questionnaire les chercheurs ont constitué une base de données au sein de laquelle ils ont étudié les fréquences des réponses. Les deux études ont montré que les stimuli visuels et

¹⁷⁰ HENRIKSEN K. (2010).

¹⁷¹ MYLER P-A., et al. (2005).

¹⁷² MOSTAFA M. (2008).

¹⁷³ HANBURY M. (2005).

¹⁷⁴ MACKENZIE H. (2008).

¹⁷⁵ WALL K. (2004).

¹⁷⁶ FLOWERS T. (2002).

¹⁷⁷ SIEGEL B. (2003).

¹⁷⁸ SHABHA G., et GAINES K. (2011).

auditifs avaient un effet négatif sur le comportement des élèves atteints de TSA, toutefois les résultats divergent sur les déclencheurs précis qui sont perçus par les équipes comme pouvant être les plus problématiques. Au Royaume Uni, les sources de lumière, la luminance et l'intensité de la lumière sont considérés comme les plus problématiques par l'équipe alors qu'aux États Unis ce sont les distractions visuelles. Concernant l'acoustique, au Royaume Uni ce sont les échos, le bruit des équipements et de la route qui ont été les plus retenus alors qu'aux USA il s'agit du bruit provenant des pièces adjacentes et des couloirs. Selon les auteurs ces différences pourraient notamment provenir des modes de construction (solidité, techniques constructives, finitions...) et des caractéristiques de sites (climat, implantation...) différentes entre ces deux pays.

K. Mc Allister et B. Maguire^{179,180} ont tenté d'identifier les facteurs environnementaux à considérer lors de la réalisation d'une salle de classe « autism friendly » à travers une recherche menée en Irlande. Afin d'appréhender ces facteurs, neuf classes réhabilitées selon les principes « autism friendly » ont été analysées et l'équipe enseignante a dû classer des critères par ordre d'importance sur une échelle allant de 1 (faible importance) à 5 (importance élevée). Pour composer les critères d'évaluation les chercheurs se sont appuyés sur les critères établis par S. Humphreys¹⁸¹ et sur les 8 critères définis par C. Vogel¹⁸² en 2008 à partir d'entretiens avec des personnes directement confrontées à l'autisme. Ainsi, 16 critères regroupés en quatre grands thèmes ont été retenus. Les résultats de cette première phase ont débouché sur une seconde phase durant laquelle l'équipe enseignante a dû modéliser (à partir de maquette au 1/20ème) une salle de classe idéale en manipulant certains paramètres (mobilier, divisions spatiales...). Une séance de retour, d'échanges et d'analyse avec l'équipe a permis d'identifier et d'aboutir à 16 pistes pour la conception Autism-Friendly de salles de classes accueillant des enfants de 5 à 8 ans. Cette recherche souligne la triade de défis s'imposant aux concepteurs lors de la réalisation d'un environnement « autism friendly » (composer avec la variété d'intensités des troubles, composer avec les différentes difficultés sensorielles : hyper / hypo-sensorialité et faire face au paradoxe entre espace adapté et surprotection.) Les facteurs environnementaux identifiés dans cette recherche pourront servir de base pour mettre en place nos propres descripteurs. Cette recherche est plus orientée sur l'analyse et la caractérisation architecturale que sur la corrélation de ces paramètres avec des modifications comportementales. Il serait intéressant, comme le souligne les auteurs, dans des études ultérieures d'intégrer d'autres paramètres architecturaux qui n'ont pas été considérés dans cette étude (comme la couleur, les matériaux...) et de considérer une population d'un autre âge et portant sur d'autres environnements que le milieu scolaire.

¹⁷⁹ MCALLISTER K. (2010).

¹⁸⁰ MCALLISTER K., et MAGUIRE B. (2012).

¹⁸¹ HUMPHREYS S. (2008).

¹⁸² VOGEL C. (2008).

Enfin nous évoquerons les travaux récemment publiés par A-J. Paron–Wildes¹⁸³, architecte d'intérieur et mère d'un enfant autiste qui a proposé un référentiel conçu à partir de sa propre expérience de l'autisme et à partir de retours et de rencontres avec des familles et des professionnelles de l'autisme. Au-delà de la description des éléments du cadre bâti qui pourraient potentiellement aggraver certains troubles (ou l'inverse) elle propose des conseils à destination des concepteurs à travers trois principes : observer (il est nécessaire d'avoir une connaissance des spécificité du public pour qui l'on conçoit) ; tester (étant donné le spectre important et varié de l'autisme il est difficile de connaitre a priori les besoin de la personne concerné) et associer au processus de conception les professionnels de terrain et les familles.

Ces recherches et initiatives ont toutes en commun un objectif : accroître la connaissance sur le lien existant entre un individu atteint de troubles autistiques et son environnement. Il s'agit parallèlement de définir une aide au dialogue, un consensus, entre les professionnels de la santé d'une part et ceux de l'aménagement du cadre bâti d'autre part. Toutefois, ces travaux restent limités, épars, axés sur les enfants et souvent basés sur des connaissances métiers, alors que les résultats des rares travaux (portés par des architectes, des cliniciens ou par la psychologie environnementale) basés sur des expérimentations semblent prometteurs. Face au constat de l'augmentation du nombre des personnes diagnostiquées autistes et des inévitables questions de prise en charge que cela implique de plus en plus de travaux tentent de proposer des pistes pour l'élaboration de recommandations et de modèles reproductibles. Certains se basant sur la relecture des publications antérieures, sur des témoignages, sur des recueils d'expérience et sur des visites et évaluations de structures existantes comme nous avons pu le montrer. Beaucoup de ces idées sont des solutions potentielles, demandant à être validées par des études ultérieures. La plupart de ces travaux sont très récents (témoignant de l'actualité de ces questions) et soulignent le besoin de continuer la recherche sur ces thématiques. Les travaux de G. Shaba et K. Gaines¹⁸⁴ ont montré la différence de résultats entre le Royaume Unis et les États Unis permettant de pointer l'importance de certaines particularités et spécificités propres à chaque contexte. Par ailleurs, nous pouvons voir qu'il y a peu de recherche sur ces thématiques en France (la plupart des travaux présentés étant nord-américain ou anglais) ; il semble donc nécessaire de faire progresser la recherche scientifique sur cette problématique précise en France. Notre recherche prend appui sur ces travaux qu'elle entend compléter et valider. La connaissance exhaustive de ces travaux dont nous avons extrait un consensus formalisé (présenté ci-après) permet dorénavant de mettre en place nos descripteurs. Ce temps consacré à la connaissance fine des travaux existant était nécessaire pour recueillir et synthétiser une information encore éparse et servir éventuellement de base à des études ultérieures.

¹⁸³ PARON-WILDES A-J. (2014), volume 1,2 et 3.

¹⁸⁴ SHABHA G., et GAINES K. (2011).

I.5 Hypothèses de travail et consensus actuel

Comme nous l'avons évoqué précédemment, quelques travaux seulement sont basés sur des expérimentations, et les autres sont essentiellement réalisés à partir des connaissances empiriques, des retours d'expériences et des témoignages. Toutefois un fort consensus sur l'existence d'influences mutuelles entre l'environnement des personnes atteintes de TSA et leurs comportements se dégage de l'ensemble des travaux. Les troubles inhérents à l'autisme pourraient favoriser un rapport particulier à l'espace. Espace qui pourrait améliorer ou détériorer ces troubles. Nous allons ci-dessous dresser un inventaire exhaustif des paramètres environnementaux envisagés comme pouvant avoir un impact sur l'amélioration ou la détérioration des troubles.

Implantation du bâtiment

Le choix du site d'implantation ressort comme un des éléments important à considérer. Un site approprié devrait favoriser l'accès aux aménagements, la participation sociale, l'inclusion, l'intégration et offrir des possibilités d'interactions. Le choix du site d'implantation pourrait favoriser ou au contraire diminuer le retrait autistique, l'autonomie et l'indépendance.

Espaces extérieurs

Différents travaux font ressortir l'importance de fournir des espaces extérieurs variés et sécurisés. Il faudrait proposer un équilibre entre des espaces permettant de développer les capacités des personnes autistes (fournir des stimulations, favoriser le comportement exploratoire) et des espaces les assistant dans leur quotidien.

Taille des unités

Un consensus semble exister en faveur de petites unités accueillant un faible nombre de résidents (de 4 à 6 huit résidents maximum). Les grands groupes pourraient être anxiogènes et des facteurs de surexcitation pour des personnes présentant dans leur symptomatologie des troubles des interactions.

Volume et surface

En ce qui concerne le volume et les surfaces des pièces, il ressort l'importance que pourrait avoir un espace contenant sur les troubles présentés par les personnes autistes. Le niveau de « contenance », de « perméabilité » et de fermeture de l'espace pourrait avoir un impact différent en fonction de l'hyper sensibilité et de l'hypo sensibilité à certaines stimulations. La « contenance » est une notion mal définie dans ces travaux : il est difficile de savoir s'il s'agit d'un terme qui s'applique à une pièce ou qui décrit un sentiment. Dans ces deux cas, elle reste une notion compliquée à caractériser tout comme la perméabilité qui, elle, fait référence à la possibilité de pouvoir surveiller son environnement. Un environnement contenant offrirait un cadre sécurisé qui pourrait favoriser les comportements exploratoires. La manière dont est conçu une pièce pourrait ainsi favoriser la concentration, les interactions et diminuer les

stéréotypies. Par ailleurs l'organisation spatiale devrait au maximum éviter les possibilités d'être surpris et permettre une vue sur les espaces adjacents (demi-mur, percements).

Séquence spatiale & modularité

La compartimentalisation spatiale pourrait permettre une meilleure orientation spatiale et aider à organiser les stimulations visuelles. M. Mostafa envisage que des activités visuellement et spatialement définies pourraient réduire la confusion sensorielle, augmenter l'attention et réduire les distractions. Une organisation symétrique pourrait augmenter la prévisibilité et créer un équilibre sonore par exemple, au contraire une organisation dissymétrique pourrait créer des stimulations visuelles, sonores et proprioceptives. Un équilibre serait à trouver entre une structure clairement définie et la possibilité de faire évoluer l'environnement. L'environnement devrait à la fois soutenir les personnes autistes durant les changements sans pour autant les maintenir dans leur immuabilité et les empêcher de développer leurs capacités d'adaptation. Les évolutions, la flexibilité pourraient donc être étudiées (par exemple par la mise en place de systèmes permettant la séparation temporaire des espaces tels que paravents, cloisons mobiles).

Repérage et transitions

L'utilisation de système de repérage, comme une signalisation graphique ou un code de couleur pourraient soutenir les personnes autistes dans leurs tâches quotidiennes. Les établissements pourraient proposer des systèmes de communication non verbale par l'utilisation de symboles visuels ou par la mise en place de système d'apprentissage. Plusieurs travaux mettent également en avant l'importance d'avoir une structure spatiale ordonnée, claire et compréhensible. Les espaces temps de transitions sont difficiles à vivre pour les personnes autistes. Une attention particulière devrait être apportée dans le traitement de ces espaces qui pourraient devenir des repères symboliques et spatiaux temporels pour ces personnes pouvant ainsi favoriser l'orientation spatiale.

Équilibre privé – public

Il ressort des différents travaux le besoin de fournir des espaces privés et des espaces publics en nombre suffisant, clairement identifiés et délimités qui pourraient contribuer à l'orientation spatiale et à favoriser des comportements « adaptés au contexte ». Les activités de déroulant dans les espaces collectifs devraient être facilement identifiables ; l'architecture et le cadre bâti devrait participer de cette identification. Il y aurait donc un équilibre à trouver entre le besoin d'avoir accès à sa sphère privée « son intimité » et le besoin d'être au contact d'autrui notamment pour favoriser les interactions. Les espaces privés doivent permettre une appropriation et également servir d'espace de retrait « espace refuge », pour fuir la situation groupale lorsque cela s'avère nécessaire. Les chambres de préférence individuelles pourraient avoir en effet « restauratif » et rassurant.

Sécurité et solidité

La sécurité et la solidité ressortent des différents travaux et retours d'expérience comme des éléments fondamentaux. En effet, la résistance, la dureté des matériaux, la solidité des équipements peuvent jouer sur la sécurité des personnes. Et ce surtout que les personnes autistes pourraient avoir une mauvaise appréciation du danger, se traduisant par exemple par une sensibilité à la douleur, aux brûlures sous développée. Un environnement sécuritaire (tuyauterie dissimulée système de surveillance, matériaux et finitions résistantes...) pourrait minimiser les risques de blessures, de démolitions et assurer la sécurité des résidents. Cependant l'environnement bâti ne doit pas devenir trop sécuritaire et intrusif. Certains travaux soulignent en effet l'équilibre à trouver entre sécurité et indépendance.

Paramètres thermiques

Selon les idées exposées dans les travaux existants, il faudrait prévoir un système de chauffage par le sol afin de fournir moins de stimulations visuelles et de minimiser les risques de blessures. Il serait également important que le système de chauffage mis en place puisse être contrôlé de manière autonome pour chaque pièce afin de s'adapter à la sensibilité de chacun, et ainsi d'augmenter le sentiment d'autonomie des personnes accueillies qui pourraient alors éventuellement régler elles-mêmes leur environnement thermique.

Paramètres lumineux

Certains aspects de l'éclairage naturel et artificiel ressortent particulièrement. En ce qui concerne l'éclairage artificiel, il faudrait permettre un ajustement et une variation de l'éclairage tout en s'assurant que les dispositifs de contrôle ne soient pas bruyants afin d'éviter de créer une nouvelle cause de distraction. Il faudrait également éviter les lumières fluorescentes, les dispositifs stroboscopiques instables, scintillants et favoriser la lumière indirecte afin de diminuer l'excitation visuelle et favoriser l'apaisement et les capacités de concentration. Certaines personnes autistes pourraient en effet présenter une hyper sensibilité visuelle. L'utilisation de lumière naturelle indirecte pourrait minimiser l'éblouissement et les distractions visuelles alors que la lumière naturelle directe pourrait créer des stimulations visuelles. Ainsi la direction, l'orientation et la quantité de lumière naturelle disponible pourraient influencer le bien être de la personne autiste.

Couleurs

Il y a un consensus en faveur de l'utilisation de couleurs douces et neutres qui pourraient favoriser l'apaisement sensoriel et émotionnel. Toutefois, il n'existe pas réellement de correspondance pour les termes « neutres » et « douces ». On peut imaginer que ce sont les teintes, l'intensité et la clarté/obscurité des couleurs utilisées qui pourraient avoir un impact sur l'état des personnes autistes. L'utilisation de couleurs brillantes pourrait créer des stimulations visuelles alors que les couleurs neutres pourraient favoriser la sérénité.

Matière

L'utilisation de textures lisses ou rugueuses aurait un impact différent en fonction de l'hyper sensibilité et de l'hypo sensibilité des personnes atteintes de TSA. Des travaux soulignent le fait que les matières brillantes et réfléchissantes pourraient avoir un effet négatif. Les stimulations tactiles et l'apaisement sensoriel seraient influencés par le type de matériaux utilisés, la différence de températures ressentie au toucher et leur dureté. Plusieurs travaux s'accordent pour dire que les matériaux utilisés ne devraient pas refléter le caractère institutionnel du lieu (c'est-à-dire qu'il faudrait favoriser l'utilisation de matériaux qui pourraient renvoyer l'image du « milieu ordinaire » et non celle des établissements « médico-sociaux »; par exemple par la mise en œuvre d'autres matériaux que les sols souples ou les revêtements plastifiés sur les murs).

Désordre visuel

Le besoin de contrôler les déclencheurs d'agitation pour baisser la surcharge sensorielle et s'adapter aux hypo et hyper sensibles fait aussi consensus. Il faudrait par exemple éviter les motifs et les détails, favoriser l'homogénéité des matériaux et couleurs, éviter les matériaux avec beaucoup de finitions qui pourraient entraîner la fixation, la focalisation et augmenter l'excitation visuelle. Certains travaux proposent de fournir des espaces où les stimulations sensorielles peuvent être contrôlées par les résidents tels que des espaces Snoezelen. D'autres soulignent l'importance d'avoir différentes « atmosphères sensorielles » permettant de graduer les stimulations (en regroupement les fonctions à hautes stimulations et celles à faibles stimulations).

Paramètres acoustiques

Les problèmes liés à l'acoustique ressortent comme faisant partie des plus importants pour les personnes autistes qui présentent régulièrement une hyper ou hypo sensibilité auditive (par exemple de l'hyperacousie¹⁸⁵). Certains bruits en particulier peuvent se montrer particulièrement dérangeants et intrusifs. Des caractéristiques de l'environnement bâti pourraient être travaillées pour améliorer ces aspects (isolation, matériaux utilisés, localisation des pièces dans le bâtiment). Le niveau de réverbération des espaces et l'apparition de bruits soudains pourraient être des sources de troubles.

Espaces de circulation

Les différents travaux soulignent l'importance des espaces de circulations et de l'attention à accorder à leur conception. Ces espaces devraient favoriser les rencontres, la socialisation et éviter les déambulations sans but (typique de l'autisme). Certains auteurs évoquent l'utilisation de murs courbes qui pourrait faciliter les mouvements, permettre une meilleure orientation et éviter un caractère trop institutionnel.

¹⁸⁵ L'hyperacousie correspond à une perception exacerbée des sons (dictionnaire Larousse).

Le Tableau 1 résume les principaux paramètres envisagés comme pouvant avoir un impact sur la qualité de vie des personnes atteintes de troubles autistiques et présente l'effet envisagé sur le comportement (dans la continuité des travaux de M. Mostafa¹⁸⁶ et R. Khare and al¹⁸⁷).

Tableau 1 : Relations envisagées entre les paramètres architecturaux et les troubles autistiques

PARAMÈTRES ARCHITECTURAUX		EFFETS SUR LE COMPORTEMENT
Implantation du bâtiment	Permettre l'accès aux aménagements, inclusion, participation sociale	Interactions sociales, autonomie, participation à la vie sociale, diminuer le retrait autistique.
Espaces extérieurs	Fournir des espaces extérieurs variés	Dimension exploratoire, stimulations
Taille des unités	4 à 6 personnes	Limitation des situations de co-excitation
Volume - surface	Perméabilité, « contenance »	Concentration, interactions, surexcitations
Séquence spatiale & modularité	Séparation et cloisonnement permettant de créer des espaces de moindres tailles	Durée d'attention, capacité d'adaptation, optimiser l'orientation spatiale et le repérage
Repérage et transitions	Repères spatio-temporels, formalisation des transitions, structure spatiale claire - repérage et signaux - permanence de l'affectation des locaux	Capacité d'adaptation et de repérage, réponse au besoin d'immutabilité, assistance à l'autonomie, soutien durant les changements. Concentration et interactions, frustrations, agitation.
Équilibre privés – publics	Espaces personnalisables, de retrait	Intimité, interactions, proxémie, sentiment de propriété
Sécurité et solidité	Finitions et matériaux résistants	Diminution des risques dus aux comportements problèmes, mauvaise appréciation du danger
Paramètres thermiques	Chauffage au sol, contrôle autonome accessible permettant un ajustement de l'ambiance thermique indépendant pour chaque pièce.	Adaptation à l'hyper ou hypo sensibilité
Paramètres lumineux	Lumière naturelle (direction, orientation), lumière artificielle non fluorescente et non scintillante, Contrôle et modulation de l'éclairage	Diminuer l'excitation visuelle, favoriser l'apaisement et les capacités de concentration, hyper sensibilité visuelle
Couleurs	Couleurs douces (intensité et teinte)	Apaisement sensoriel et émotionnel
Matière	Éviter des matériaux rappelant le caractère « médical », résistance, brillance	Impacter les stimulations tactiles et apaisement sensoriel et émotionnel
Désordre visuel	Peu de détails et peu de motifs	Diminuer les distractions, les focalisations et l'excitation visuelle
Paramètres acoustiques	Isolation, matériaux, disposition et localisation des pièces dans le bâtiment, implantation du bâtiment, niveau de bruit et temps de réverbération	Hyper ou hypo sensibilité auditive, diminuer les distractions, améliorer le langage
Espaces de circulation	Curviligne, espaces de rencontre et de socialisation	Éviter les déambulations sans but, renforcer les espaces de socialisation

¹⁸⁶ MOSTAFA M. (2010).

¹⁸⁷ KHARE R., et MULLICK A. (2009).

Chapitre II. Construction de la méthodologie

II. 1 Le corpus

La première phase a pour objet de définir et de constituer le corpus d'établissements à étudier, et pour cela de déterminer des critères de sélection objective des établissements ; de mettre en place un protocole d'observation et d'analyse des édifices adapté. Au terme de la phase préparatoire, une vingtaine d'établissements présentant des caractéristiques jugées recevables au regard de ces critères par l'ensemble des spécialistes intéressés au projet est conservée et a fait l'objet d'une étude approfondie.

Les établissements du corpus doivent constituer un ensemble cohérent au regard de la problématique, tout en présentant suffisamment de différences pour effectuer des comparaisons stables et faire ressortir des corrélations entre environnement bâti et comportement. La délimitation du corpus constitue donc un des enjeux majeurs des méthodes basées sur la comparaison et l'extraction, selon les démarches généralement adoptées dans les recherches sur la typologie architecturale¹⁸⁸. Le corpus retenu comprend des édifices présentant a priori certaines caractéristiques communes –il s'agit d'établissements accueillant exclusivement des adultes autistes– et est délimité selon plusieurs critères. Nous pensons en effet que l'accueil d'autres types de handicaps pourrait constituer un biais pouvant influencer le comportement. Il s'agit de limiter le nombre de variables « contrôle » (c'est-à-dire les variables dont on veut neutraliser l'effet sur la variable que l'on souhaite expliquer).

Délimitation typologique

Il existe plusieurs types d'établissements accueillant des adultes présentant des troubles autistiques (FAM¹⁸⁹, MAS¹⁹⁰, Foyer d'Hébergement, Foyer de Vie, SAJ¹⁹¹, ESAT¹⁹², EATAH¹⁹³...). Ces structures sont variées dans leur fonctionnement, leur prise en charge et la sévérité des troubles des personnes accueillies. Ainsi, le premier critère permet une délimitation en fonction de la typologie et du fonctionnement des établissements qui sont soit des FAM (85% du corpus) soit des MAS (15% du corpus) et qui accueillent des personnes gravement handicapés dont la dépendance impose un suivi et une prise en charge permanent. Comme nous l'avons préalablement évoqué, les troubles autistiques sont caractérisés par leur hétérogénéité et par le degré de dépendance qui leur est associé. Notre choix s'est porté sur

¹⁸⁸ DUPRAT B. (1991).

¹⁸⁹ Foyer d'Accueil Médicalisé.

¹⁹⁰ Maison d'Accueil Spécialisée.

¹⁹¹ Service d'Accompagnement de Jour.

¹⁹² Établissement et Service d'Aide par le Travail.

¹⁹³ Établissement d'Accueil Temporaire pour Adultes Handicapés.

ces deux types de structure qui présentent des formes de prises en charge assez proches et qui accueillent toutes deux des publics assez similaires. Ce sont des établissements d'accueil permanents. Ces lieux constituent bien le lieu de vie principal et souvent unique des personnes qui y sont prises en charge. La différence vient essentiellement de leur mode de financement. Par ailleurs, la construction de Foyers d'Accueil Médicalisés et des Maisons d'Accueil Spécialisées pour la prise en charge de personnes autistes augmentent ces dernières années justifiant ainsi que l'on s'intéresse en particulier à ces types d'établissements. Certains de ces établissements reçoivent un agrément parce qu'ils offrent une prise en charge adaptée, des soins, des aménagements et des professionnels formés spécifiquement à l'autisme : « *La prise en charge de personnes autistes demande le développement de moyens spécifiques. Pour offrir la réponse institutionnelle la plus adaptée possible, les établissements reçoivent, après avis du comité régional d'organisation sociale et médico-sociale (CROSMS), un agrément de la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (DDASS). Cette autorisation administrative d'accueil d'un public particulier leur octroie des moyens qui leur permettent d'établir une organisation (matérielle, humaine...) ad hoc.* »¹⁹⁴ Ces structures ont été cependant pensées sur la base d'une réflexion intuitive et l'on ne sait pas réellement ce qui peut les distinguer des autres structures et si elles apportent une amélioration réelle de la qualité de vie. Il s'agit de sélectionner vingt établissements agréés « autistes » (dont on peut faire l'hypothèse qu'une réflexion globale a été menée afin de proposer un cadre adapté à l'accueil de personnes autistes).

Délimitation géographique

Le deuxième critère, géographique, assure que le corpus est réparti sur l'ensemble du territoire français. Le cadre de la France métropolitaine « entière » a été choisi afin d'éviter des éventuelles spécificités locales et pour avoir une certaine stabilité du cadre social. Par ailleurs, cela nous a permis de disposer d'un corpus de départ relativement conséquent dans lequel nous avons pu isoler vingt structures. Il serait - dans des travaux ultérieurs - sans doute intéressant d'intégrer des structures situées dans d'autres pays, où la prise en charge de l'autisme et du handicap est différente (Canada, États-Unis, Belgique...).

Délimitation temporelle

Le dernier critère de délimitation s'appuie sur une délimitation temporelle, avec des structures ouvertes depuis au moins un an et sans modification notable de l'environnement, pour permettre l'adaptation des résidents à leur lieu de vie. Une délimitation temporelle nous est apparue nécessaire afin d'éviter les éventuels problèmes liés à la mise en route de la structure. En effet, les personnes autistes supportent difficilement les changements et les résultats pourraient être faussés par l'impact que pourrait avoir un déménagement (temps d'adaptation). Par ailleurs nous avons volontairement inclus des structures neuves (créées spécifiquement pour la prise en charge de personnes autistes et qui ont pu pour certaines tirer

¹⁹⁴ MARMONT T., et DESWAENE B. (2009).

parti du consensus actuel) et des structures réhabilitées (n'ayant pas été conçues pour leur usage actuel).

II.2 Réseau de partenariat de recherche

La première phase de l'étude a permis de développer un réseau partenarial d'établissements - dédiés à l'accueil et la prise en charge de personnes adultes avec autisme - susceptibles d'être intéressés par notre thématique de recherche et d'y participer. Pour constituer le corpus et notre réseau de partenaires, nous avons dû déterminer les structures « agréées » autistes en France et les établissements qui accueillent uniquement des personnes présentant un trouble du spectre autistique. Nous avons pour cela contacté plusieurs établissements MAS et FAM spécialisés dans l'accueil de personnes adultes autistes situés sur l'ensemble du territoire français à partir d'une liste fournie par le Centre de Ressource Autisme Rhône Alpes qui comprenait 125 établissements dont 44 MAS et 81 FAM. Cette liste a été complétée et étendue durant l'étude par nos rencontres de terrain qui nous ont permis de prendre connaissance de structures qui n'étaient pas répertoriées dans la liste initiale. Une des premières difficultés à laquelle nous avons été confrontée a concerné l'obtention d'une liste des établissements qui possèdent un « agrément autisme » (en effet cette liste ne faisait pas état de la possession d'un agrément spécifique). Aucun document officiel ne semble exister et les conditions de son attribution ne sont pas clairement établies. Nous avons donc dû contacter les directeurs de ces 125 établissements séparément. La première prise de contact s'est donc faite par téléphone pour vérifier si les établissements identifiés remplissaient les conditions fixées par notre étude (cf. ci-dessus les critères d'inclusion) et si le directeur d'établissement était intéressé pour participer à notre recherche et nous rencontrer. Sur les 125 établissements nous avons pu établir que vraisemblablement 79 ont un agrément, accueillent spécifiquement et uniquement des adultes autistes et correspondent à l'ensemble de nos critères (évoqués ci-dessus), 11 n'ont pas répondu et 35 ne correspondent pas aux critères fixés par l'équipe (absence d'agrément, date d'ouverture trop récente, accueil d'un public mixte...).

Suite à cette première prise de contact nous avons rencontré 24 directeurs d'établissements qui ont tous accepté de participer à l'étude. Par la suite, quatre d'entre eux se sont désistés lors de la mise en œuvre des protocoles d'observation (phase méthodologique/pratique) de la recherche. Ces désistements ont été motivés par les difficultés rencontrées par les structures au moment où nous devions intervenir (troubles sévères d'un résident au moment de l'intervention, sous effectifs du personnel encadrant ne permettant pas d'assurer notre venue dans l'établissement, changement de direction de l'établissement, mise en place de travaux rendant notre intervention incompatible dans le temps...). Au final 20 établissements (21 unités d'hébergement ; nous avons inclus deux unités dans un même établissement) et 148 résidents ont participé à l'étude. Le nombre de résidents inclus au sein de chacun des établissements varie selon le nombre total de résidents accueillis dans l'unité de vie ciblée et selon le nombre de formulaires de consentement obtenu auprès des tuteurs légaux des résidents (N = 8 à 5 résidents par établissement). Lors de cette première rencontre qui s'est

faite, avec le directeur et les deux doctorantes, nous avons exposé en détail les enjeux, les objectifs et le protocole de notre recherche (le protocole d'évaluation clinique et le protocole de caractérisation architecturale) ainsi que les questions concrètes de mise en place de notre intervention in situ. Nous avons également réalisé une visite conjointe de l'établissement afin de nous permettre de définir les espaces à évaluer.

II.3 Le fonctionnement des MAS et des FAM/ déterminer les lieux à évaluer

Chaque établissement a son propre fonctionnement et un « projet d'établissement » (fixé par la loi n° 2002-2 du 2 janvier 2002) qui lui est associé et qui détermine différents aspects de son organisation dont : « *l'histoire et le projet de l'organisme gestionnaire; les missions; le public; la relation avec les parents, la famille et l'entourage; la nature de l'offre de service et son organisation; les principes d'intervention, les professionnels et les compétences mobilisées et les objectifs d'évolution, de progression et de développement.* »¹⁹⁵ Il est pour nous donc essentiel de contrôler certaines de ces variables qui peuvent sans aucun doute influencer le comportement d'un individu.

D'une manière générale, les journées au sein des MAS et FAM sont structurées en fonction de chaque résident selon des périodes d'activité, de sorties encadrées, de temps de repos et de retrait, de repas et de soins. L'établissement fonctionne de manière « très encadrée », les sorties et les activités sont contrôlées. Il existe plusieurs types d'espaces qui ont leurs fonctionnements propres (Figure 2). Certains sont accessibles plus ou moins librement : salle d'activité, jardin et espace de circulation, d'autres sont accessibles ponctuellement : salle d'apaisement, salle de bain, d'autres sont privatifs (chambres notamment). Les activités proposées au sein des établissements sont variées et variables mais l'on peut retrouver malgré tout des récurrences autour d'activités : de socialisation, manuelles, favorisant le développement et/ou les capacités motrices des personnes. Certains espaces/temps sont organisés de manière collective et d'autres de manière individuelle.

Le nombre total de résidents accueillis dans les MAS et les FAM est variable, mais la majorité des structures sont redécoupées en plus petites unités (de 1 à 5 en moyenne par établissement) accueillant quelques résidents. Ces espaces d'hébergement séparés (nommés « unités de vie », « unités d'hébergement », « maisonnées » selon les établissements) constituent le véritable cadre de vie des résidents qui y sont accueillis. Ces unités comprennent en général les espaces privatifs (la chambre, les sanitaires et salle de bain) et des espaces collectifs (salle à manger, salon détente). Les résidents ont également la possibilité d'accéder à des salles d'activités (situées ou non dans leur unité d'hébergement). Ces dernières peuvent être fréquentées par des résidents de plusieurs unités d'hébergement. Nos évaluations porteront sur les résidents d'une unité de vie par établissement et sur certains espaces d'activités. Le schéma ci-dessous permet de voir le fonctionnement d'un établissement pour personne autistes. Il résume la répartition des pièces.

¹⁹⁵ ANESM (2009).

Figure 2 : Le fonctionnement des MAS et FAM



Source : Charpentier Architectes – Foyer d’Accueil Médicalisé pour adultes autistes (St Sever 14380).

II.4 Les protocoles d'observations

Le corpus étant défini, la collecte des données in situ pour le volet architectural et les évaluations par les psychologues se sont appuyées sur les protocoles décrits ci-après. Cette collecte de données a débouché sur la mise en place d'une base de données (constituée de données architecturales et de données cliniques) qui doit nous permettre d'établir des hypothèses de causes à effet entre comportement / environnement.

II.4.1 Visites tests avec les collègues d'experts

Nous avons intégré parmi l'équipe de recherche plusieurs «collèges d'experts » (voir introduction). Intervient ainsi un collège composé de personnes atteintes du syndrome d'Asperger (autisme dit de « haut niveau »), membres de l'association SATEDI (Spectre Autistique Troubles Envahissants du Développement International) L'intervention de cette forme d'expertise nous a aidé à appréhender la totalité et la spécificité des troubles autistiques. Nous avons pour cela réalisé une visite d'un établissement du corpus afin d'identifier des facteurs environnementaux susceptibles de générer – ou à l'inverse d'atténuer - des troubles chez les personnes atteintes de TSA selon les experts Asperger. Cette visite test a permis de mettre en exergue l'influence probable de deux catégories d'éléments architecturaux qui ressortaient également dans le consensus. Le premier concerne l'acoustique, et le second la perméabilité de l'espace et la capacité d'une « architecture » à diminuer la possibilité d'être surpris, à favoriser le contrôle et la surveillance (par exemple voir qui arrive dans la pièce).

II.4.2 Les autorisations et le comité éthique

Pour pouvoir réaliser cette recherche (et en particulier pour les évaluations cliniques) nous avons dû déposer notre projet auprès d'un comité d'éthique de recherche. Cette recherche implique en effet « l'observation indirecte » de sujets humains par la soumission de questionnaires auprès d'une tierce personne (hétéro évaluation) et par la consultation des dossiers médicaux. Nous devons donc garantir la protection des personnes et le secret professionnel qui l'accompagne. Nous avons obtenu un avis favorable du Comité d'Éthique Recherche de l'Université de Savoie suite à sa délibération le 29 janvier 2012. Cet avis garanti que notre projet respecte l'éthique, le droit des personnes et que ces dernières ont été informées correctement du projet et de ses finalités. Il garantit également l'anonymat des résultats. Toutes les informations recueillies pendant la recherche, concernant les établissements et les résidents, sont traitées de manière à rester confidentielles. Seules les personnes responsables de l'étude ont accès à ces informations. C'est pour ces raisons que les publications des résultats sous quelque forme que ce soit (thèse y compris) ne présentent aucun éléments permettant d'identifier une personne ou un établissement ayant accepté de participer à la recherche (par conséquent ce document ne présente pas de plans ni de photographies susceptibles de permettre de reconnaître les établissements du corpus). Toutes

les données sont codifiées dès le démarrage de leur traitement. Dans la suite du document les établissements seront évoqués selon un code : par exemple E1U1 pour l'unité d'hébergement 1 (U1) de l'établissement 1 (E1). Tous les participants à la recherche ont été informés de la recherche et de ses enjeux par la remise d'une notice d'information et d'un formulaire de consentement qui stipule que les personnes ayant donné leur autorisation peuvent se retirer à n'importe quel moment de l'étude s'il le souhaite sans avoir à justifier leur choix. Ce formulaire de consentement doit être impérativement signé par l'ensemble des personnes participant à l'étude (personnes évaluées¹⁹⁶ ou leurs représentants légaux et directeurs d'établissements). Nous avons pu intervenir in situ une fois l'ensemble des signatures obtenues. Une difficulté de ce travail de recherche a donc été liée au temps nécessaire à l'obtention des autorisations et également aux désistements de quatre établissements comme nous l'avons évoqué précédemment. Par contre aucun résident (ou son tuteur) ayant signé le protocole ne s'est retiré.

II.4. 3 Le protocole d'évaluation clinique

Le protocole d'évaluation clinique (élaboré par L. Longuépée qui réalise la thèse en psychologie) repose sur des tests menés en hétéro-évaluation (entretien mené avec une tierce personne). Du fait des troubles des personnes évaluées et de leurs difficultés, voire incapacité pour maîtriser le langage verbal, les cliniciens ont mis en place un protocole basé sur des entretiens réalisés avec les personnes qui accompagnent le plus régulièrement l'adulte autiste (personnel soignant et/ou éducatif de la structure). Le choix s'est porté sur des entretiens plutôt que sur des observations afin d'avoir des données objectivables et comparables d'un établissement à l'autre. Ce protocole permet d'évaluer le profil psychologique des résidents et les comportements (témoins d'une qualité de vie ou d'un mal être) à partir de questionnaires cliniques standardisés semi structurés. Le fonctionnement sensoriel et comportemental atypique des personnes atteintes de TSA questionne la manière d'évaluer le bien être chez ces personnes expliquant le recours à des questionnaires permettant d'objectiver au maximum l'analyse. Certaines évaluations font référence aux espaces évalués dans le protocole de caractérisation architecturale. Sont également recueillies des données concernant le fonctionnement institutionnel de la structure et l'avis des professionnels sur leur cadre de travail. Les évaluations cliniques ont permis d'élaborer deux types de variable :

- Celles que l'on va chercher à expliquer par les variables architecturales (autrement dit les comportements et symptômes pour lesquelles on souhaite évaluer l'impact du cadre bâti sur leur amélioration ou détérioration).
- Celles dont l'on souhaite identifier leur impact sur les comportements et la symptomatologie autistique (variables contrôlées).

¹⁹⁶ Les personnes accueillies dans ces structures ne sont généralement pas en mesure de signer elle-même ces documents du fait de la sévérité de leurs troubles.

II.4.3.1 Les variables que l'on cherche à expliquer

Afin, d'observer les comportements et la symptomatologie autistique, l'outil que les cliniciens de l'équipe ont retenu est l'Échelle Pour l'Observation des Comportements d'Adultes avec Autisme¹⁹⁷. Il s'agit à travers cette évaluation de caractériser les comportements et apprécier la gravité et la fréquence d'apparition des symptômes dans treize domaines différents typiques de la pathologie autistique. Les cliniciens ont ciblé cette évaluation en fonction de chaque espace évalué dans le protocole de caractérisation architecturale. Il s'agit de déterminer si ces comportements apparaissent plutôt dans un lieu ou dans un autre.

Ces treize domaines recouvrent :

- Domaine 1 (D01) : la recherche d'isolement,
- Domaine 2 (D02) : les interactions sociales,
- Domaine 3 (D03) : le contact visuel,
- Domaine 4 (D04) : les troubles thymiques/l'expression de l'angoisse,
- Domaine 5 (D05) : les conduites auto-agressives et la réactivité corporelle,
- Domaine 6 (D06) : les conduites agressives envers autrui (hétéro-agressivité),
- Domaine 7 (D07) : la manifestation de l'affectivité et les contacts corporels,
- Domaine 8 (D08) : les activités et la réactivité sensori-motrices, les stéréotypies et les autostimulations
- Domaine 9 (D09) : les réactions aux changements et à la frustration,
- Domaine 10 (D10) : l'utilisation des objets,
- Domaine 11 (D11) : la réactivité aux stimuli sensoriels,
- Domaine 12 (D12) les conduites inappropriées/inadaptées en vie collective,
- Domaine 13 (D13) : l'autonomie personnelle qui recouvre notamment les conduites alimentaires et sphinctériennes.

L'intensité et le déficit des fonctions exécutives¹⁹⁸ sont observés chez les patients avec TSA, à l'aide de l'Inventaire du Syndrome Dysexécutif¹⁹⁹. Les fonctions exécutives renvoient notamment aux capacités de flexibilité, d'adaptation, de planification, d'anticipation et d'organisation.

II.4.3.2 Les variables contrôlées

Certaines variables intrinsèques aux personnes ou liées à leurs troubles, leur histoire et leur milieu culturel et social ont été recueillies en tant que variables contrôlées. C'est le cas des variables suivantes :

- L'âge,

¹⁹⁷ RECORDON-GABORIAUD S., et GRANIER-DEFERRE C. (2011). Échelle Pour l'Observation des Comportements d'Adultes avec Autisme. ECPA (Édition du centre de psychologie appliquée).

¹⁹⁸ VALERI G., et SPERANZA M. (2009).

¹⁹⁹ ROUSSEL M., et GODEFROY O. (2008), Inventaire du Syndrome Dysexécutif Comportemental. GREFEX, Données normatives In : Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques, Marseille, Solal.

- Le sexe,
- Le diagnostic (la forme d'autisme, la présence d'autres troubles associés),
- La date d'entrée dans l'établissement,
- Le parcours institutionnel antérieur (la personne a-t-elle toujours vécu en institution, a-t-elle été en milieu psychiatrique, en milieu ordinaire...)
- La médication actuelle,
- Les activités pratiquées dans une semaine type,
- Le niveau verbal de la personne.

Afin de prendre en compte les variables de fonctionnement institutionnel, les cliniciens utilisent la Grille d'Évaluation de la Qualité des Services pour les Personnes Autistes²⁰⁰. Les variables mesurées avec ce test sont des variables contrôlées car on peut supposer que la qualité de vie des personnes autistes dépend des prises en charge, de la qualification du personnel, et de l'adéquation du service par rapport aux spécificités liées à la pathologie autistique. Cet outil permet de récolter des informations institutionnelles dans 19 domaines :

- le projet de l'établissement ou du service,
- l'organisation,
- le cadre de vie,
- le personnel (formation du personnel à l'autisme, effectif...),
- l'évaluation individuelle (identifier si des évaluations pour connaître les besoins et les compétences des usagers sont réalisées),
- l'élaboration du projet individualisé,
- les méthodes de travail (nature des méthodes, offre variée),
- les repères,
- les activités,
- les apprentissages (l'établissement propose-t-il des activités d'apprentissage),
- l'indépendance et les choix (est-ce que des moyens sont mis en œuvre pour favoriser l'indépendance des résidents et est-ce qu'il y a des supports pour les aider dans leurs choix).
- la santé,
- la condition physique (l'établissement offre la possibilité de réaliser des activités physiques),
- l'intimité - sexualité,
- les comportements problématiques,
- l'insertion sociale (l'insertion sociale est favorisée par le service),
- la participation et le soutien de la famille,
- le suivi de l'évolution et des résultats,

²⁰⁰ Association Autisme-France (2006). Grille d'Évaluation de la Qualité des Services pour les Personnes Autistes, adulte en internat, version 3.

- la préparation des transitions d'un milieu à un autre.

L'observation des profils sensoriels²⁰¹ est réalisée par entretien semi-structuré avec le personnel soignant grâce à l'outil : Profil Sensoriel Adolescent/Adulte. L'objectif est d'appréhender la spécificité de traitement perceptif de l'information au sein de six modalités sensorielles (goût/odorat, mouvement, vision, tactile, activité et audition). L'utilisation de ce test se justifie par une sensibilité atypique chez les personnes autistes qui peut être soit une hyper soit une hypo sensibilité en fonction du type de stimulation et de la modalité sensorielle impliquée.

Les cliniciens recueillent également l'avis des professionnels de l'établissement par rapport à leur cadre de travail. Il s'agit de connaître leur opinion par rapport aux conditions de travail (qualité de l'architecture, aménagement des lieux, ergonomie des équipements...). Ce test est centré sur le personnel et non plus sur l'adaptation des locaux par rapport aux personnes accueillies. Il apparaît important de contrôler cette variable car le « bien-être » de l'équipe soignante et éducative peut avoir un impact sur la qualité de vie des personnes autistes.

II.4.3.3 Résumé des variables cliniques

Tableau 2 : Résumé du protocole d'évaluation clinique

Caractérisation de la qualité de vie et des troubles du comportement des personnes avec TSA		
VARIABLES A EXPLIQUER	Indicateurs	Méthode de recueil des données
	Symptomatologie Autistique	Entretien par questionnaire standardisé auprès du personnel soignant et éducatif
	Fonctions Exécutives	Entretien par questionnaire standardisé auprès du personnel soignant et éducatif
VARIABLES CONTROLEES	Données intrinsèques et milieu sociaux, culturel et histoire du résident	Dossier médicaux et entretien
	Profil Sensoriel	Entretien par questionnaire standardisé auprès du personnel soignant et éducatif
	Fonctionnement du service	Entretien par questionnaire standardisé avec le directeur de l'établissement ou le responsable de l'unité
	L'avis des professionnels par rapport à leur cadre de travail	Test établi par les cliniciens

²⁰¹ BROWN C., et DUNN W. (2002). Profil Sensoriel Adolescent/Adulte, traduction française par NCS Pearson, 2006.

Chapitre III. Le protocole de caractérisation architecturale

III.1 Décrire les lieux de vies différentes

Pour caractériser les établissements, nous avons conçu différents descripteurs architecturaux en tenant compte des éléments du consensus et des hypothèses des cliniciens et des collègues d'experts (se référer à la partie sur le consensus pour plus de détails sur ces apports). Les spécificités liées au fonctionnement sensoriel atypique des personnes autistes ont également guidé le choix des outils et des descripteurs. « *As Baumers and Heylighten [...] state, these people perceive space in a unique, different way, with the mind's eye.* »²⁰² Il est très difficile de transposer la sensibilité des personnes neurotypiques à celle des personnes autistes et d'interpréter leurs comportements en se référant à notre propre vécu. « *We designers design to the experience of our senses : what we see, what we hear, what we taste, what we feel, and what we smell. Obsiowly, our design will not satisfy the needs of individuals with altered sensory issues. If their designed world and their environmental experiences are totally different from ours, then their environmental design requirements are completely different as well.* »²⁰³ L'effort a ainsi porté sur une objectivation de la description, par des descripteurs mesurables, sans pour autant rejeter tout recours au ressenti (bruit de fond extérieur par exemple) ou au jugement d'expert (qualité de l'éclairage naturel par exemple). Pour caractériser l'ambiance sonore de l'environnement proche de l'établissement ces deux types d'évaluation ont été retenus (mesure et jugement expert). L'analyse de corrélation de ces données montre qu'il existe un écart important entre l'expertise et les mesures physiques. Il semble donc nécessaire de retenir ces deux types de mesures qui ne donnent pas les mêmes résultats. Certains paramètres, tels qu'ils sont formulés dans le consensus, sont difficilement mesurables comme « la perméabilité » d'une pièce (capacité d'une pièce à favoriser la possibilité de ne pas être surpris et de pouvoir surveiller son environnement). Une réflexion a été menée sur la manière de traduire en paramètres mesurables et intelligibles ces grandeurs difficilement interprétables. Par ailleurs, les éléments du cadre bâti qui ont été ainsi caractérisés doivent renvoyer à des paramètres sur lesquels un architecte peut intervenir.

III.1.1 La mise en place du recueil de données

Le mode de recueil de données devait être reproductible dans toutes les structures et adapté au terrain d'étude, particulièrement sensible, afin d'être le moins invasif possible pour les résidents. Notre présence est un élément très « perturbateur » pour ces derniers. Nous avons pu en mesurer les limites lors de visites tests effectué dans l'unité « autiste » du Centre

²⁰² SANCHEZ P. et al. (2011).

²⁰³ PARON- WILDES A-J. (2014), volume 1,2 et 3.

Hospitalier Alpes Isère. Ce constat permet d'évoquer deux difficultés qui nous imposent d'adapter notre méthodologie au terrain par égard pour les résidents :

- Une première due à notre présence qui risque de peser sur le comportement des individus et par conséquent d'altérer les résultats escomptés. Étant donné que nous travaillons sur plusieurs structures nous ne pouvons pas envisager de consacrer des temps suffisamment longs qui permettraient aux résidents de s'habituer à notre présence. Cet aspect sera pris en compte au moment de l'analyse de nos résultats.
- Une seconde difficulté concerne les relevés métrologiques (acoustique, dimensions...); une intervention en présence des résidents est en effet très délicate. Même si les troubles inhérents à l'autisme rendent complexes les interventions in situ, une partie des données architecturales a été recueillie sur place lors de campagnes de relevés et les autres données ont été recueillies par entretien ou via les plans de la structure. C'est pour ces raisons notamment que nous avons fait en sorte d'obtenir des documents graphiques préalablement aux visites d'établissement, un certain nombre de variables pouvant être mesurées à partir de ces documents (surfaces, dimensions, distributions internes, morphologie générale...) dont la validité est vérifiée in situ.

Les phases de mesures in situ sont faites dans des périodes « creuses » lorsque les locaux ne sont pas utilisés. Les établissements étudiés ont tous un fonctionnement interne propre, nous avons donc été obligés pour chaque établissement de mettre en place une intervention compatible avec l'organisation de la structure concernée (plage horaire et période d'intervention, ordre des pièces à mesurer, disponibilité des personnes...) afin d'adapter notre relevé de mesures à l'emploi du temps spécifique de chaque établissement.

Cette difficulté pour intervenir in situ pose inévitablement la question de la méthodologie qu'il faudra adopter en phase expérimentale. Effectuer des travaux dans des établissements occupés est toujours problématique et ce d'autant plus quand le public en présence supporte mal le changement de son environnement. À l'angoisse que peut provoquer les modifications des paramètres environnementaux, il faudra ajouter la gêne occasionnée par la présence humaine des ouvriers, les bruits et les désordres liés aux travaux.

III.1.2 Les espaces temps évalués : Quels lieux retenir et comment les décrire

En amont du recueil de données, il est nécessaire de déterminer les lieux pertinents et la manière de les décrire. Il semble que les troubles des personnes autistes se manifestent différemment selon les espaces dans lesquels ils s'actualisent. Sont donc sélectionnés des lieux représentatifs d'une journée type, comparables d'un établissement à l'autre et représentant une diversité de forme d'utilisation (libre, réglementée, encadrée), d'usagers (espaces collectifs, individuels), d'activités (repas, temps libre, repos, activités encadrées...), et des lieux problématiques facteurs de troubles potentiels (transition²⁰⁴, circulation). Ces espaces sont tous différents (de part les usages et activités qui y sont réalisés) et ils

²⁰⁴ Les transitions pourraient générer des moments difficiles pour les personnes autistes.

représentent tous des moments clés d'une journée dans l'établissement. Comme évoqué précédemment, les cliniciens relient directement via leurs questionnaires aussi bien l'apparition que l'intensité de certains troubles aux espaces qui sont caractérisés d'un point de vue architectural.

L'espace/temps de repas en salle à manger

Il s'agit d'un temps important, structurant dans le déroulement d'une « journée type » qui permet de mettre en valeur les caractéristiques de périodes de la vie quotidienne, se répétant à plusieurs reprises de la journée. Les temps de repas sont des temps collectifs qui ont vraisemblablement des conséquences sur le comportement de personnes souffrant de troubles des interactions sociales.

L'espace/temps libre

Il s'agit d'espaces dont l'accès est libre et sans contrôle. Des espaces où chaque résident choisit de se rendre et où il peut effectuer diverses tâches (télévision, détente...).

Les espaces d'activités

Nous avons retenu deux types d'espaces / temps d'activités. Les personnes atteintes de troubles autistiques semblent présenter des incapacités à répondre et trier les stimuli provenant de leur environnement et semblent avoir une perception accrue de certains d'entre eux. L'espace/temps d'activités est un moment où différentes stimulations peuvent être en jeu et où la capacité d'attention l'est également. Nous avons choisi pour chaque établissement d'évaluer un temps d'activités manuelles et un temps d'activités motrices car il s'agit de deux types d'activités qui ne font pas appel aux mêmes capacités.

L'espace/temps de retrait (la chambre)

La chambre représente le lieu de l'intimité et est un espace de retrait où les résidents peuvent se mettre temporairement à l'abri de la situation groupale et à l'abri d'un trop plein de stimulations. Il s'agit en général d'un espace individuel.

L'espace sanitaire principal et l'espace de toilette principal

Les retours d'expériences des professionnels ont placé ces espaces comme étant des lieux fondamentaux dans le quotidien d'une personne autiste. Ce sont à la fois de lieux où beaucoup de troubles se manifestent et également des lieux qui peuvent constituer de véritable espace / temps de retrait pour certains résidents qui peuvent d'ailleurs rester des heures prostrés dans ces lieux. Les sanitaires sont également le lieu de la disparition qui peut parfois être difficile à supporter pour certains autistes. Par ailleurs la potomanie est également un trouble fréquemment associée à l'autisme.

Les circulations et parcours

Les circulations sont d'une part des espaces où différents comportements peuvent avoir lieu : comportement exploratoire, déambulation. D'autre part ce sont les véritables espaces de parcours et de changements. Nous mesurons ces circulations et changements sous l'angle de quatre parcours types.

- de la chambre à la salle à manger
- de la chambre à l'espace-temps libre
- de la salle à manger à la salle d'activités manuelles
- de la salle à manger à la salle d'activités motrices

Comme nous l'avons souligné précédemment, les moments de transition, de changement semblent être des temps particulièrement difficiles à vivre pour les personnes autistes. Nous avons pu constater que dans tous les établissements visités des espaces spécifiquement dédiés à l'entrée dans l'unité sont aménagés. Ce sont dans ces lieux que les résidents peuvent laisser leurs effets personnels dont ils n'ont pas besoin à l'intérieur (manteaux, chaussures...). Ces espaces peuvent être assez variables dans leur composition, il nous est donc apparu pertinent de les intégrer à notre protocole par le biais des parcours. La circulation de l'hébergement est également mesurée.

Le schéma (Figure 3) ci-dessous donne un aperçu de la répartition de ces espaces/temps dans l'espace.

Figure 3 : Une unité d'hébergement



Source : Charpentier Architectes – Foyer d'Accueil Médicalisé pour adultes autistes (St Sever 14380).

III.2 Construire les descripteurs de l'espace architectural

III.2.1 Différents degrés de variables

Les descripteurs mis en place pour le volet architectural sont de plusieurs ordres et concernent à la fois l'analyse morphologique, surfacique et d'ambiance de l'établissement. Ces différentes catégories de descripteurs sont divisées en variables qui sont-elles même divisées en modalités. Pour caractériser le cadre bâti d'une personne autiste nous avons pris en considération différents degrés de variables qui représentent différentes échelles de leur cadre quotidien. Les variables « globales » permettent d'apprécier le contexte fonctionnel, spatial et historique de l'établissement et de l'hébergement. Les variables « locales » permettent quant à elles de décrire l'espace en considérant les enjeux de fonctionnement d'un établissement selon une journée « type » (activités réalisées quotidiennement et espaces qui leur sont dédiés). Elles sont centrées sur les espaces/temps types identifiés précédemment.

III.2.1.1 Les variables « globale »

Les variables informatives

Les variables dites « informatives » pourront être mobilisées lors de l'interprétation des résultats ; ce sont des variables contrôlées. Ces variables sont déterminées soit via le « projet d'établissement » soit lors de l'entretien préparatoire avec le directeur de l'établissement.

Elles renseignent sur :

- Le lieu d'implantation : la commune, le département et la région,
- Le gestionnaire du projet – maître d'ouvrage (l'association qui a en charge et qui a été à l'origine de la création du bâtiment),
- L'architecte maître d'œuvre,
- Le type de gestion : Foyer d'Accueil Médicalisé ou Maison d'Accueil Spécialisée.

Les variables contexte

Ces variables permettent d'apprécier l'établissement dans son contexte :

- Fonctionnel : le contexte fonctionnel est caractérisé à partir de variables qui permettent d'appréhender la capacité d'accueil de l'établissement, le nombre d'unités d'hébergement différentes, le nombre de lieux d'activités...),
- Spatial : Pour caractériser l'environnement sonore proche de l'établissement nous sommes basés sur des mesures « physiques » et sur une évaluation experte. Les mesures « physiques » ont été réalisées avec un sonomètre en différents points (quatre à cinq points représentatif de l'environnement sonore) à partir desquels des moyennes spatiales et des valeurs maximum et minimum ont été calculées. Les mesures ont été

effectuées durant 1 minute. Ces mesures « physiques » ont donc un caractère ponctuel présentant une faible représentativité et justifiant le recours à une évaluation experte en complément. L'évaluation experte quant à elle est basée sur l'identification des sources potentielles et sur le ressenti du chercheur par rapport aux bruits présents dans l'environnement proche et permet d'apprécier « l'ambiance sonore » sur une échelle à quatre valeurs : 4. environnement proche bruyant, 3. plutôt bruyant, 2. relativement calme, 1. très calme. Le site d'implantation a également été apprécié à travers la prise en compte du relief et de la mitoyenneté de l'établissement et à partir d'une description de l'environnement visible depuis l'établissement (résidentiel, paysager...).

- Historique : quelle est la période de création de l'établissement ? Y a-t-il eu des réhabilitations depuis sa création ? L'établissement a-t-il été conçu et pensé spécifiquement pour l'accueil de personnes autistes ?

Les variables d'organisation, de structuration de l'unité d'hébergement et de l'établissement

Ces variables doivent nous permettre d'appréhender notamment le fonctionnement de la partie d'hébergement, avec des données propres à la densité de personnes accueillies dans l'unité d'hébergement évaluée. Des variables caractérisant la structuration de l'unité sont également retenues comme : le nombre de niveaux accessibles, le nombre de chambres accessibles par le même accès, la présence d'espace où les résidents peuvent contrôler les stimulations comme dans les salles Snoezelen²⁰⁵ (Figure 4) ou des espaces de retrait (salle d'apaisement) au sein de l'unité.

Figure 4 : Salle Snoezelen



Source : photographie personnelle.

²⁰⁵ Une salle Snoezelen correspond à un espace multi sensoriel au sein duquel il est possible de contrôler les différents stimuli séparément et qui peut être associée à la prise en charge des personnes autistes.

Les variables surfaciques globales

La mesure des surfaces permet de déterminer les espaces réellement accessibles aux résidents (surface intérieure accessible librement de l'unité, surface de circulation dans la partie hébergement, surface totale hors unité dédiée aux activités encadrées, surface totale dans l'unité dédiée aux activités encadrées). Sont également retenues des variables concernant les surfaces de jardin et espace vert qui sont offertes et accessibles aux résidents (surface de jardin accessible librement, surface de jardin totale). Ces variables peuvent renseigner sur la liberté de circulation, sur les espaces qui pourraient favoriser les déambulations. Toutes ces données ont été mesurées à l'aide des plans de l'établissement et de relevés métrologiques.

Les variables repères

L'importance du repérage, de la lisibilité et la de la prévisibilité ressort des travaux existants (prévoir les activités se déroulant dans un espace donné). Il en va ainsi pour les personnes autistes des séquences et de la structuration du temps et des activités. Nous proposons de mesurer ces aspects en prenant en compte les variables suivantes :

- La structuration spatiale en fonction des usages selon trois modalités : la présence d'un seul espace avec différents usages sans sous division, la présence d'un seul espace avec différents usages et des sous divisions, ou bien un espace associé à chaque usage.
- La présence de repères temporels comme des emplois du temps et/ou des repères spatiaux tels que des pictogrammes (Figure 5).

Figure 5 : Exemples de pictogrammes fixés au mur



Source : photographie personnelle.

- La présence de codes de couleur (Figure 6) en fonction des différentes unités ou encore la présence de codes de couleur sur les portes de l'hébergement et/ou de lieux d'activités pour permettre d'anticiper les fonctions qui vont se dérouler dans un lieu.

Figure 6 : Exemple de code de couleurs sur les portes

Nota : les portes des chambres sont rouge, en jaune les salles de bain, en bleu les locaux techniques)



Source : photographie issue du site internet de l'établissement l'Arboretum en Belgique²⁰⁶

III.2.1.2 Les variables locales

Il s'agit de variables qui ne sont plus centrées sur le contexte, l'environnement et l'organisation de la structure (globale) mais sur l'espace architectural en tant que tel. Il s'agit de regarder le fonctionnement d'un établissement dans le cadre d'une journée « type » d'une personne autiste (activités réalisées quotidiennement et les espaces qui leurs sont dédiés).

Les variables transitions et limites – parcours types

Les parcours types présentés précédemment (cf. partie III.1.2 p.68) ont été analysés sous l'angle des changements effectués durant le cheminement. Les changements sont caractérisés par leur nature, leur nombre et par l'importance des changements effectués car les données cliniques font ressortir les difficultés à supporter des flux d'informations trop nombreux. Les paramètres retenus et mesurés portent sur les matériaux (texture, température ressentie), les hauteurs, les teintes (tonalité, obscurité et saturation) et les motifs. Nous avons également considéré la distance parcourue par chaque résident à l'intérieur et à l'extérieur de l'établissement, si les résidents doivent changer d'étage, quitter leur unité et/ou passer par l'extérieur. L'étude des parcours nous permet à la fois d'aborder les concepts de changement mais également de transition entre pièces à partir d'une analyse précise des homogénéités entre les espaces d'arrivées et de départs.

Pour cela nous avons caractérisé les différences de matériaux, hauteur, teintes entre :

- la chambre : et la circulation ou la pièce directement en contact,

²⁰⁶ URL : http://www.arboretum.be/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=70.

- la salle à manger : et la circulation ou la pièce directement en contact,
- l'espace détente : et la circulation ou la pièce directement en contact,
- la salle d'activité motrice : et la circulation ou la pièce directement en contact,
- la salle d'activité manuelle : et la circulation ou la pièce directement en contact,

La nature des transitions entre les pièces (pièces : séparées, en communication directe ou bien confondues) et l'extérieur (balcon couvert/découvert, terrasse couverte/découverte, absence d'accès sur l'extérieur...) est également appréhendée.

Les variables d'utilisation

Pour chacun des espaces considérés (se référer à ce propos au paragraphe présentant les pièces caractérisées p.68) nous avons retenu comme variable la forme d'utilisation (libre ou réglementée), la fréquence d'utilisation (nombre d'heure moyen par semaine et par résident – questionnaires rempli par le personnel), le nombre maximum d'utilisateurs simultanés et le nombre d'activités réalisées dans la pièce (une ou plusieurs). Nous avons intégré ces variables car le nombre de personnes en présence et la possibilité d'utiliser un espace librement pourraient sans doute influencer le sentiment de contrôle sur l'environnement et la possibilité d'en faire un espace appropriable. Nous avons également introduit des variables relatives à la délimitation de la pièce : s'agit-il d'un espace clairement délimité ? Est-ce que la pièce a un rôle distributif (c'est-à-dire est ce qu'elle permet l'accès à d'autre pièce) ? Ces variables sont déterminées via le « projet » d'établissement, par questionnaire ou par observations du fonctionnement lors de nos prises de mesures.

Les variables dimensionnelles et morphologiques

Il s'agit de caractériser la dimension de la pièce dans les trois dimensions de l'espace et ce en tenant compte également du nombre d'utilisateurs (surface de la pièce, surface de la pièce par résident, hauteur sous plafond maximum et minimum, différence entre hauteur maximum et minimum, volume de la pièce, étalement, compacité...). Ces dimensions ont été mesurées grâce aux plans et par des mesures complémentaires sur place à partir d'un relevé métrologique. Certaines de ces mesures ont fait l'objet d'une réflexion sur la manière de les appréhender (notamment l'étalement et la compacité de la pièce). Ainsi des variables ont été construites spécifiquement pour mesurer ces deux aspects.

L'étalement (Figure 7) a été appréhendé à partir de la formule suivante :

$$E = \frac{P}{\sqrt{S}}$$

Avec :

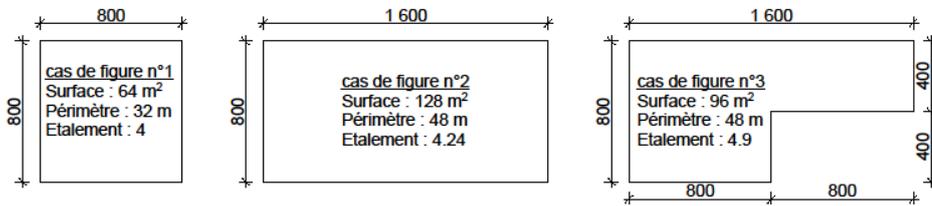
E : Étalement, nombre sans dimension

P = Périmètre, en mètre

S = Surface au sol, en m²

Il est possible de voir (Figure 7) que lorsque le rapport est égal à 4 alors il s'agit d'un carré. Plus on s'éloigne de 4 plus la pièce est différente d'un carré et plus elle peut être considérée comme étalée.

Figure 7 : L'étalement



Source : illustration personnelle.

Pour déterminer la compacité d'une pièce nous sommes basé sur la formule suivante :

$$C = \frac{S}{V^{\frac{2}{3}}} = \frac{S}{(\sqrt[3]{V})^2}$$

Avec :

C : Compacité, nombre sans dimension

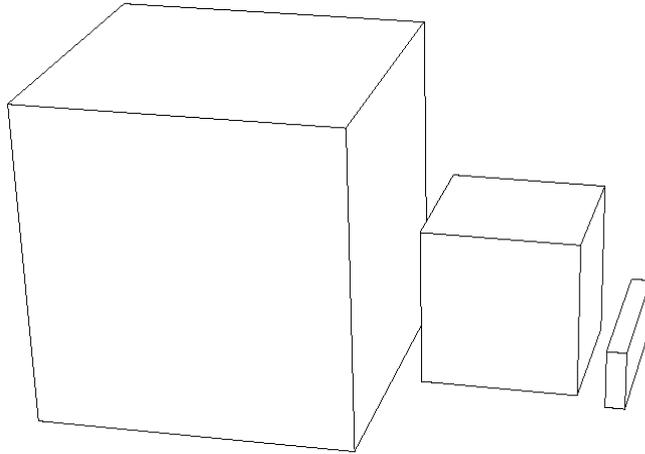
S : Surface au sol, en m²

V : Volume, en m³

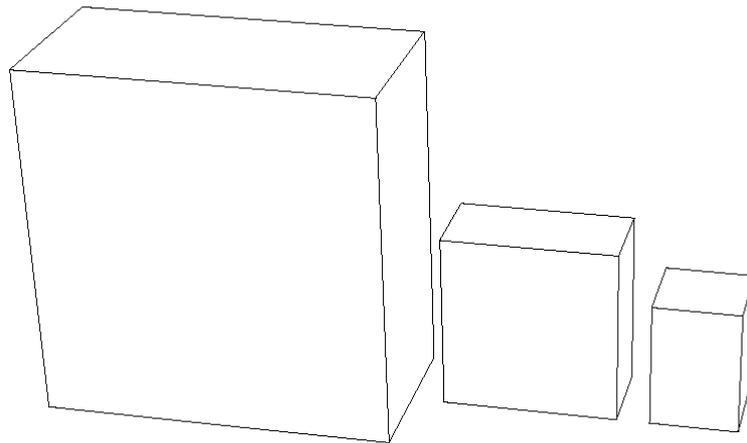
La Figure 8 illustre la compacité d'une pièce et le calcul qui lui est associé. Le cas de figure n° 1 présente le cas où la compacité est égale à 1 : la hauteur est égale à la racine carrée de la surface. Une pièce cubique entre dans cette catégorie. Le cas de figure n°2 correspond au cas où la hauteur est importante par rapport à la surface, le rapport est alors inférieur à 1 et enfin le dernier correspond aux situations où la hauteur est faible par rapport à la surface, le rapport est alors supérieur à 1. Autrement dit, plus on est proche de 1 et moins la pièce est tassée en termes perceptifs, la compacité représente le sentiment d'écrasement vertical. Une pièce classique se situe aux alentours d'une compacité de 1,1 pour une chambre, de 1.4 pour un salon d'un logement « standard » par exemple.

Sont ajoutées à toutes ces variables des mesures permettant de caractériser la présence de murs courbes, de cloisons amovibles et des mesures relatives au traitement du plafond (présence de poutres apparentes, de plafonds en pente, de voutes...).

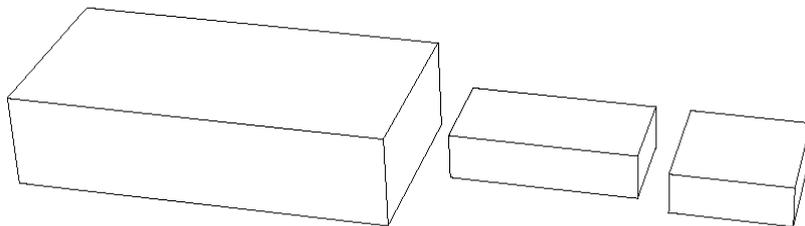
Figure 8 : La compacité



cas de figure n°1 rapport = 1
A : surface 256m^2 - volume 4096m^3
B : surface 64m^2 - volume 512m^3
C : surface 9m^2 - volume 27m^3



cas de figure n°2 rapport $\approx 0,79$
A : surface 128m^2 - volume 2048m^3
B : surface 32m^2 - volume 256m^3
C : surface 16m^2 - volume $91,2\text{m}^3$



cas de figure n°3 rapport ≈ 2
A : surface 128m^2 - volume 512m^3
B : surface 32m^2 - volume 64m^3
C : surface $26,01\text{m}^2$ - volume $46,81\text{m}^3$

Source : illustration personnelle.

Les variables de la perméabilité

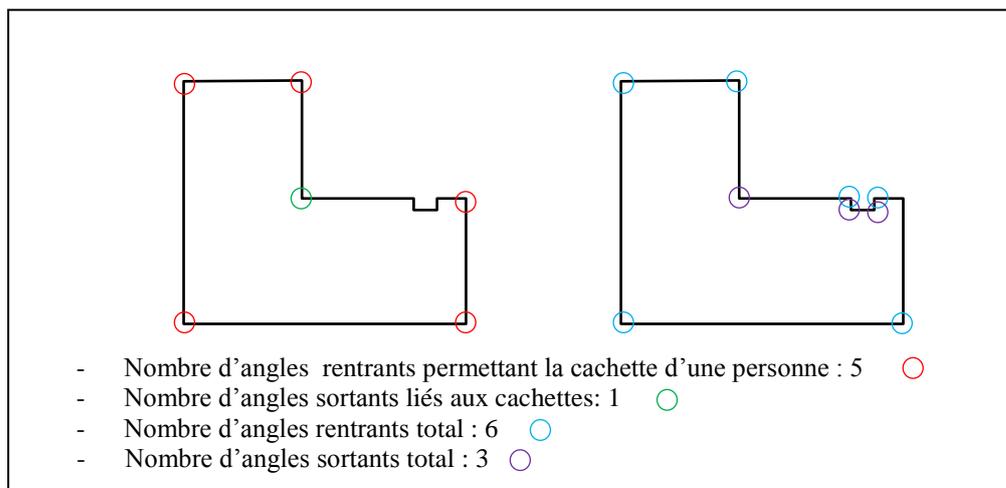
La perméabilité de l'espace, la capacité d'une « architecture » à réduire la possibilité d'être surpris, ou de surveiller son environnement semblent être des éléments importants pour une personne autiste comme nous avons pu le constater par l'extraction du consensus et durant les visites tests avec le collège d'experts « approche non neurotypique ». Différentes variables sont construites spécifiquement pour caractériser la perméabilité d'une pièce (Figure 10) :

- le pourcentage de pièce toujours visible,
- le nombre d'angles d'où la pièce est entièrement visible,
- la « surface imperméable totale » d'une pièce qui correspond au total des surfaces non visibles depuis chaque angle,
- le nombre et la surface de cachettes depuis l'entrée,

Nous mesurons également :

- La quantité d'angles rentrant et sortant par pièce afin d'avoir des données concernant la forme de la pièce et la possibilité de se cacher. Initialement les angles permettant la cachette et les angles plus petits mais permettant de se blesser ont été distingués (Figure 9).

Figure 9 : les angles



Source : illustration personnelle.

- Le nombre d'accès dans la pièce (source d'où une personne peut jaillir). Nous avons distingués trois type d'accès : les accès de la pièce sur l'extérieur, ceux auquel les personnes autistes peuvent avoir accès à l'intérieur de la pièce et ceux qui sont exclusivement accessible pour le personnel encadrant et éducatif à l'intérieur de la pièce.

Figure 10 : La perméabilité d'une pièce et les zones de cachette

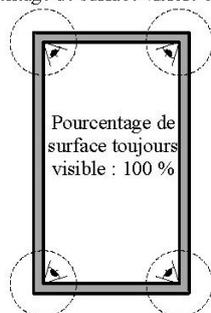
Les zones noires représentent les surfaces qui ne sont pas visibles (zone de cachette) depuis l'angle ou l'entrée où se situe la personne autiste (déterminé à partir d'un gabarit type d'une personne).

1) Perméabilité

- Le pourcentage de pièce toujours visible : représenté par les zones blanches (100% dans le cas A et 55% dans le cas B).

- Le nombre d'angles d'où la pièce est entièrement visible (repérés par des cercles) est de 4 dans le cas A et de 2 dans le cas B.

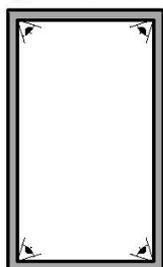
Pourcentage de surface visible cas A



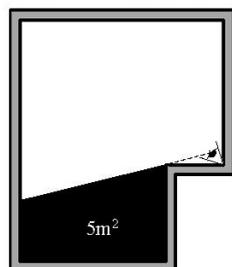
Pourcentage de surface visible cas B



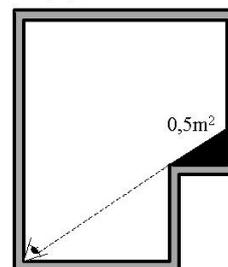
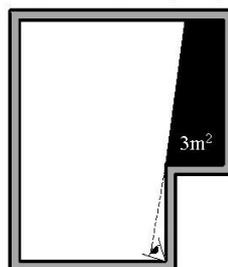
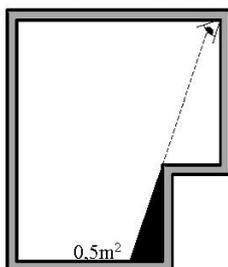
- La surface imperméable totale d'une pièce correspondant au total des surfaces non visibles depuis chaque angle. Les zones non visibles dans le cas A sont de zéro et dans le cas B de 9m^2 ($5+0,5+3+0,5$).



Perméabilité cas A



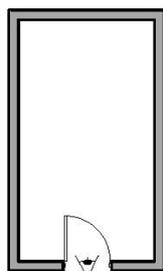
Perméabilité cas B



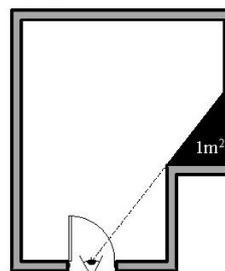
2) Zone de cachette (nombre et surfaces de zone de cachette depuis l'entrée ou les entrées)

Dans le cas A il n'y a aucune zone de cachette et dans le cas B une seule de 1m^2 .

Zone de cachette depuis l'entrée cas A



Zone de cachette depuis l'entrée cas B



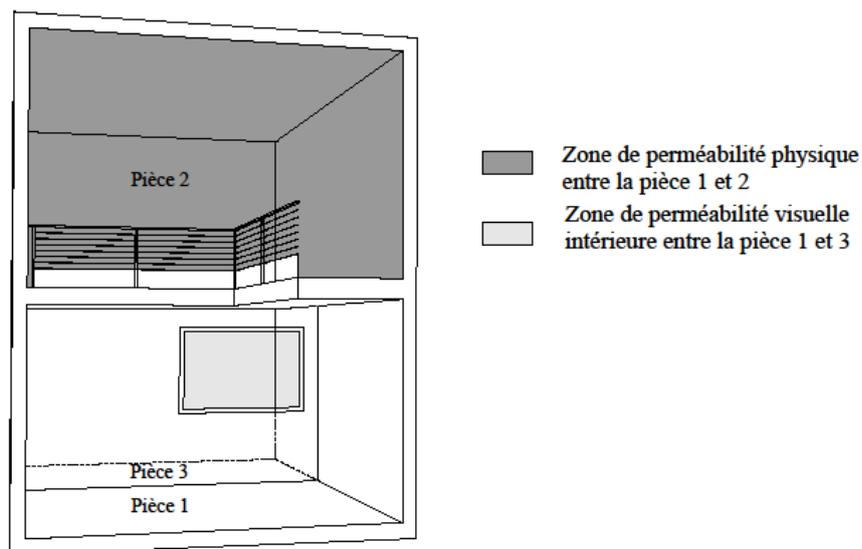
Source : illustration personnelle.

Différentes variables ont été élaborées pour caractériser la perméabilité de plusieurs pièces en contact les unes avec les autres (Figure 11) :

- la perméabilité physique renvoie aux zones de contacts sonore, visuel et olfactif avec une autre pièce (demi-cloison, mezzanine délimitant une autre pièce),
- la perméabilité visuelle correspond aux zones de contact visuel permanent avec une autre pièce (éléments permettant le contact visuel mais pas olfactif et sonore : fenêtre intérieure par exemple, les portes ne sont pas considérées).
- La perméabilité visuelle avec l'extérieur correspond aux zones de contact avec l'extérieur de la pièce, par exemple les parties de jardin qui permettent une vision sur la pièce ou les espaces de la pièce qui pourraient permettre de surveiller des personnes situées à l'extérieur.

Figure 11 : Perméabilité de plusieurs pièces en contact

- La perméabilité physique renvoie aux zones de contact sonore, visuel et olfactif avec une autre pièce (demi-cloison, mezzanine délimitant une autre pièce),
- La perméabilité visuelle correspond aux zones de contact visuel avec une autre pièce (éléments permettant le contact visuel mais pas olfactif et sonore : fenêtre intérieure par exemple).



Source : illustration personnelle.

Les facteurs d'ambiances

Une dernière catégorie de variables constituées de cinq domaines permet de décrire l'ambiance des espaces/temps types (la lumière, la thermique, la couleur, les matériaux et l'acoustique).

Les variables liées à l'éclairage – confort visuel

En ce qui concerne l'éclairage, il ressort des travaux existants l'importance et l'impact à la fois de l'éclairage naturel et de l'éclairage artificiel.

Pour l'éclairage naturel nous avons retenu une approche de type « experte »^{207,208}, nos temps d'observation sur place n'étant pas suffisamment longs pour obtenir des mesures représentatives et comparables entre elles : conditions climatiques, saisons et horaires d'observations différents. Trois critères sont retenus pour effectuer des évaluations du confort lié à l'éclairage naturel : la quantité de lumière du jour, l'homogénéité et la distribution de la lumière, et la luminance (des rapports de luminance trop faibles donnent une sensation de monotonie et trop forts ils peuvent provoquer un sentiment d'éblouissement). Ces trois critères sont influencés notamment par :

- la présence de masques (proches ou lointains), de contrôle fixe ou mobile (permettant de moduler l'apport de lumière naturelle).
- la position (zénithale, latérale, hauteur de l'allège...) la dimension (à partir de la surface vitrée totale dans la pièce, du pourcentage de vitrage, de la surface vitrée par rapport au volume de la pièce et par rapport à sa surface), l'orientation (surface de vitrage au nord, sud, est et à l'ouest) et la forme des ouvertures.
- les décrochés de façade,
- les dimensions du local concerné,
- l'aménagement intérieur (mobilier, cloisons intérieures),
- les matériaux et couleurs des parois et sols (les parois claires favorisent la transmission et la répartition homogène de la lumière).

Nous avons également évalué si la pièce est faiblement lumineuse, moyennement lumineuse ou très lumineuse et s'il y a des différences de lumière entre les différentes zones de cette pièce.

La quantité de vitrage dans la pièce au-delà, de permettre d'appréhender si la pièce est lumineuse, permet également de caractériser les zones de distractions visuelles potentielles. Nous avons donc noté également ce qui était visible depuis chacune des pièces évaluées.

Concernant l'éclairage artificiel il nous semble important de prendre en compte des variables permettant de caractériser la possibilité de contrôler son environnement lumineux avec par exemple la présence de système permettant un ajustement de l'éclairage artificiel (variateur de

²⁰⁷ BODART M., et DENEYER A.

²⁰⁸ URL : <http://www-energie.arch.ucl.ac.be/eclairage/accueil.htm>.

lumière ou présence de circuits autonomes sur appliques et/ou plafonnier). Les personnes autistes pourraient être sensibles à certains types d'éclairage instable²⁰⁹, c'est pour cela qu'il nous semble important de caractériser les types de luminaires utilisés et également leurs emplacements et leur quantité.

Les variables relatives aux matériaux

Les matériaux seront décrits pour les sols, portes et murs selon plusieurs grandeurs : leur dureté, la température ressentie au touché, la texture (lisse / rugueuse). Ces aspects renvoient aux sensations tactiles. Ces grandeurs semblent importantes à considérer du fait de l'hyper ou hypo sensibilité tactile de certaines personnes autistes. Par ailleurs, la résistance et la dureté des matériaux peuvent jouer sur la sécurité des personnes et sur leur solidité. Ces mesures sont réalisées in situ par observation et en tenant compte des critères de conductivité des matériaux. Nous notons également la typologie des matériaux (par exemple du carrelage, parquet pour les sols ou du crépi, de la peinture avec de la toile de verre, de la tapisserie pour les murs). Nous mesurons l'utilisation de plusieurs matériaux et la différence de matériaux d'une zone à l'autre avec les mêmes considérations de variabilité que pour les couleurs (différence de matériaux dans la pièce).

Les variables colorimétriques

On peut émettre l'hypothèse que « l'ambiance colorimétrique » d'une pièce pourrait avoir une influence sur les stimulations et sur l'apaisement émotionnel et sensoriel. Une couleur peut être caractérisée par trois critères²¹⁰ et c'est selon ces trois paramètres que nous avons décrit les couleurs utilisées pour les sols, murs, plafonds et portes. Ces critères sont :

- La tonalité chromatique (gamme chromatique de la couleur) : jaune, orange, rouge...
- L'aspect obscur ou clair (capacité de l'échantillon coloré à renvoyer plus ou moins de lumière).
- La saturation qui correspond à la teneur en couleur.

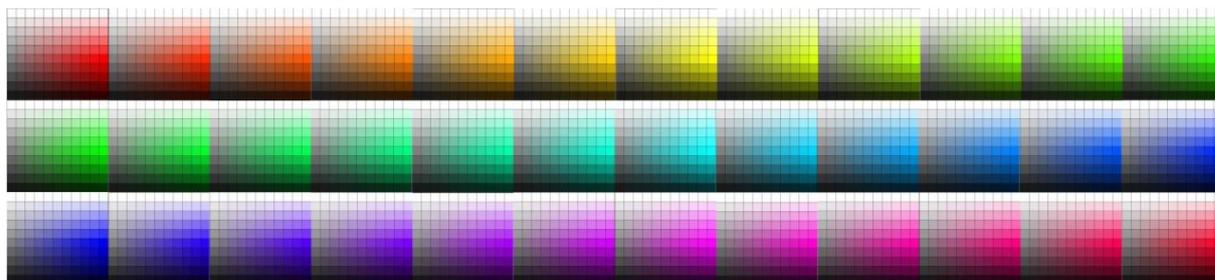
Pour mesurer objectivement ces grandeurs nous avons créé un nuancier de référence, à l'aide d'un logiciel²¹¹ - le chromographe - selon les trois critères évoqués précédemment. Les couleurs sont mesurées in situ dans chaque établissement à l'aide de ce nuancier. La *saturation* et l'*obscurité* sont mesurés sur échelle allant de 0 à 100% (100% correspond à des couleurs fortement saturées ou foncées/obscurées). Le nuancier contient 36 palettes différentes (dont la Figure 12 donne un aperçu) qui illustrent toutes une tonalité différente. Chaque palette contient dix valeurs d'*obscurité* possibles (sur l'axe vertical) et 11 valeurs de *saturation* possibles (sur l'axe horizontal).

²⁰⁹ COLMAN R-S. et al. (1976).

²¹⁰ L'espace de couleur de MUNSELL A., peintre américain à l'origine d'un atlas de la couleur, est constitué de trois axes : un axe pour la valeur qui correspond à l'échelle des gris, un pour la teinte et un où l'on trouve la saturation ou chroma.

²¹¹ URL : <http://pourpre.com/chromographe/index.html>.

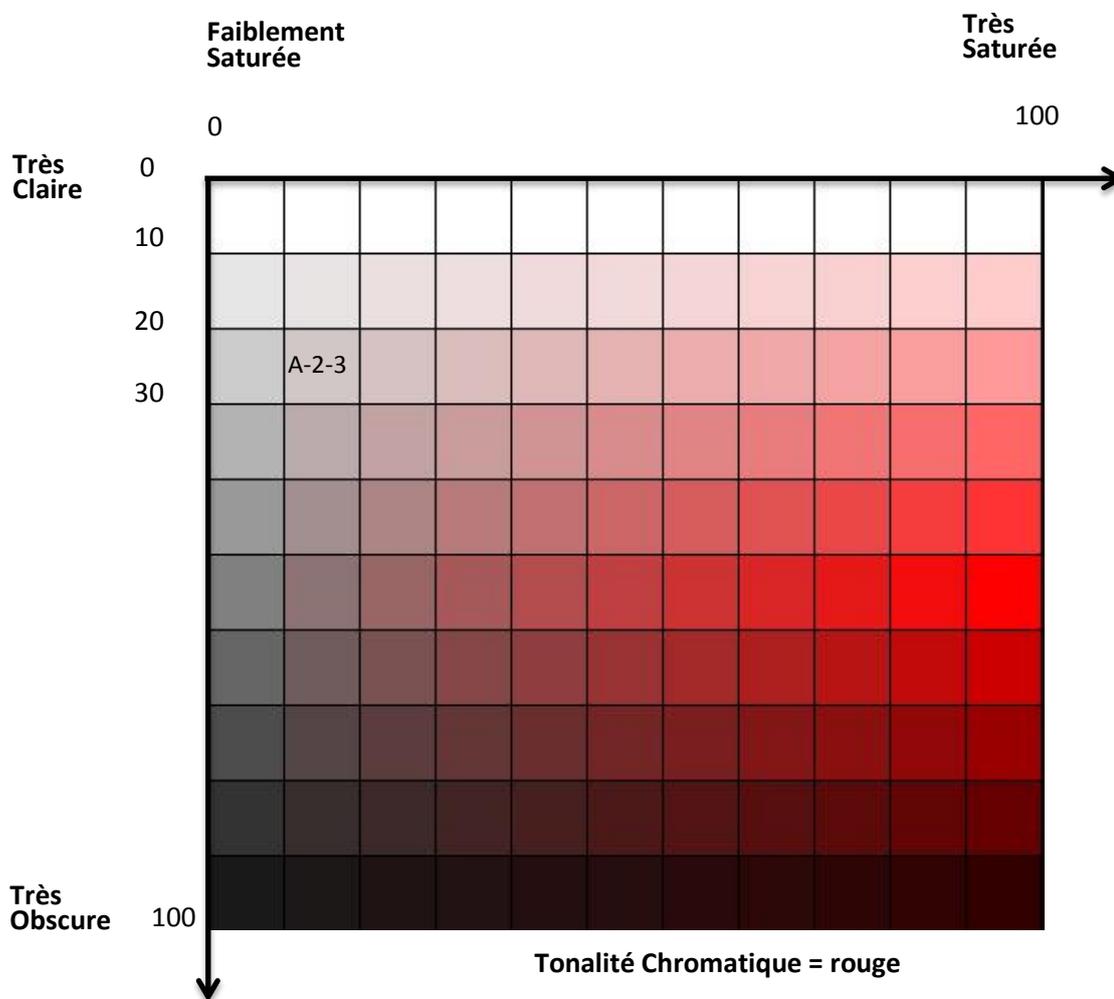
Figure 12 : Les trente-six palettes de couleurs



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel « Chromograf »

Chaque couleur est donc représenté par une combinaison : une lettre pour la *tonalité*, une valeur pour la *saturation* et une valeur pour l'*obscurité*. Dans l'exemple présenté ci-dessous (Figure 13) la couleur A-2-3 correspond à une tonalité chromatique rouge, une *saturation* de 13,5% (ce qui est faiblement saturé) et une valeur de 25% pour l'*obscurité* (ce qui est relativement clair). Il y a dans le nuancier 3960 combinaisons possibles.

Figure 13 : Une planche de couleurs



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel « Chromograf ».

Pour la *saturation* et l'*obscurité* nous avons mesuré dans chaque pièce pour les sols, murs, plafond et portes :

- L'*obscurité maximum*, l'*obscurité minimum* et la *différence entre l'obscurité maximum et minimum*
- La *saturation maximum*, la *saturation minimum* et la *différence entre la saturation maximum et minimum*.

A ces variables nous avons ajouté des variables permettant d'apprécier :

- L'utilisation de motifs (Figure 14) : Pour décrire les motifs nous avons dans un premier temps retenu deux grandes familles de variables. Une première relative à la nature des motifs (figuratifs, abstraits répétitifs ou non), une deuxième relative à la fréquence de motifs (isolés / fréquent).

Figure 14 : Les motifs

De gauche à droite : Motifs figuratifs non répétitifs, Motifs figuratifs répétitifs, Motifs abstraits répétitifs, Motifs abstraits non répétitifs

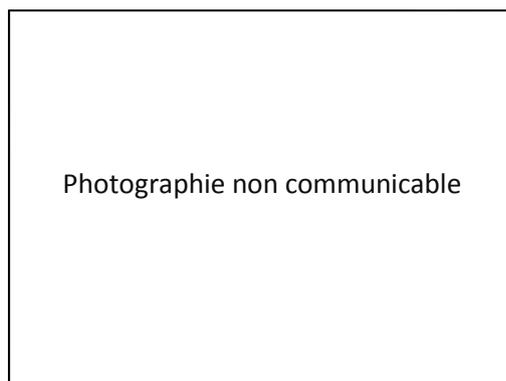


Source : photographies personnelles et photographies issues de sites internet²¹².

- La différence de traitement d'une zone à l'autre (Figure 15) : Il s'agit de zone de couleurs différentes dans la pièce. Par exemple une pièce présentant un mur vert et les autres murs blancs présente une différence de traitement entre ces deux zones.
- L'utilisation de plusieurs couleurs (Figure 16) : il peut y avoir plusieurs couleurs et aucune différence de traitement d'une zone à l'autre. C'est le cas quand la pièce est traitée intégralement de la même manière mais avec plusieurs couleurs (par exemple l'utilisation de plusieurs couleurs sur le même mur).

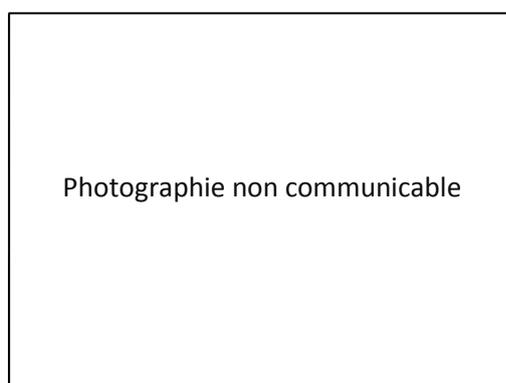
²¹² URL : <http://www.monuniverspapier.fr/papier-japonais-chiyogami-yuzen/79-papier-japonais-chiyogami-yuzen-fond-vert-anis-impression-de-motifs-floraux-violets-et-oranges.html> et URL : <http://us.cdn4.123rf.com/168nwm/pushinka/pushinka1309/pushinka130900050/22577398-illustration-de-motif-abstrait-en-noir-et-blanc-g-om-trique-transparente.jpg>.

Figure 15 : Exemples de différences de traitements d'une zone à l'autre



Source : photographies personnelles.

Figure 16 : Utilisation de plusieurs couleurs dans la même zone



Source : photographies personnelles.

Les variables liées à la thermique – confort thermique

L'évaluation de l'ambiance thermique du bâtiment a été incluse au protocole de caractérisation architecturale suite aux retours du collègue d'expert représentant les usagers. Nous avons étudié les paramètres pouvant influencer le confort thermique^{213,214,215,216,217} (certains de ces paramètres sont également des facteurs qui influencent d'autres critères comme l'éclairage, ces variables sont donc considérées une seule fois dans la base de données) :

- L'implantation du bâtiment comme son orientation, le relief proche et la déclivité du terrain, la mitoyenneté, le lieu où se situe l'établissement.
- La construction du bâtiment à travers les matériaux utilisés (qui peuvent influencer l'inertie thermique), la taille, la quantité et l'organisation des ouvertures (ex caractère

²¹³ ROULET C-A. (2008).

²¹⁴ CSST (2004).

²¹⁵ CERTU, et CETE de Lyon (2003).

²¹⁶ MINISTERE DU LOGEMENT. (2009).

²¹⁷ MINISTERE DE L'EMPLOI DE LA COHESION SOCIALE ET DU LOGEMENT. (2007).

traversant), la présence d'occultations fixes ou mobiles, la présence d'espaces tampons tel que des vérandas, caves, combles...

- Les équipements techniques comme le système de production et de distribution de chaleur (énergie de chauffage, système d'ajustement, chauffage au sol, mural...), la présence ou non d'un système de production et de distribution de froid (climatisation) et le système de ventilation (naturelle ou mécanique : simple, double flux).

Comme pour l'éclairage, l'ambiance thermique a été évaluée à partir d'une approche « experte », une campagne de relevés métrologiques ne pouvait être mise en œuvre efficacement. En effet on comprend aisément que les mesures thermiques sont très dépendantes de l'époque de l'année où elles sont réalisées et que nous ne pouvions malheureusement pas contrôler cette distorsion. En plus d'une approche experte nous nous sommes appuyés pour compléter nos observations sur :

- Les connaissances de la personne qui gère les travaux courants de la structure. Cette personne nous a renseignée sur les équipements en place (chauffage central, thermostatique...).
- L'avis de professionnels sur le confort thermique l'été et l'hiver dans les différentes pièces à travers un questionnaire pour recueillir leur ressenti.
- Les connaissances du personnel encadrant pour savoir s'il était possible d'accéder à la régulation des radiateurs dans la pièce et si tel était le cas si les résidents utilisaient ou non cette régulation (leur permettant de moduler librement l'ambiance thermique).

Ainsi, nous avons - par pièce - sept variables permettant d'évaluer l'ambiance thermique :

- *La présence ou l'absence d'un système de climatisation,*
- *La possibilité ou non de réguler la température de la pièce indépendamment des autres pièces.*
- *La possibilité d'accéder librement à la régulation des radiateurs depuis la pièce?*
- *L'utilisation ou non par les résidents de ce système de régulation ?*
- *La typologie et l'emplacement du système de chauffage à travers plusieurs modalités (chauffage au sol, chauffage par convecteur mural, parois rayonnantes...)*
- *La notion de confort thermique l'hiver - pièce froide ou légèrement froide ?*
- *La notion de confort thermique l'été - pièce chaude ou légèrement chaude ?*

Les variables acoustiques,

Comme le mettent en avant les théories récentes et les divers témoignages, les personnes autistes pourraient avoir un fonctionnement sensoriel atypique. Les retours du collègue d'experts « Asperger » et les éléments du consensus font ressortir les paramètres de l'ambiance sonore parmi les critères les plus susceptibles d'influencer les troubles autistiques. C'est pour cette raison que nous avons associé un acousticien à l'équipe et que nous consacrons une partie importante de notre travail à ces aspects. Pour caractériser le cadre sonore, nous sommes allés au-delà d'une évaluation experte (approche retenue pour évaluer les paramètres d'ambiance relatifs à la thermique et l'éclairage) en ayant recours à un relevé métrologique. Lorsque l'on souhaite caractériser la thermique ou encore l'éclairage il est

possible de mobiliser une approche experte en appréhendant l'ambiance à partir des fenêtres et des équipements notamment, alors que pour caractériser l'ambiance acoustique il est plus délicat de recourir à des connaissances expertes sans utiliser d'instruments de mesures. Au niveau sonore, nous allons nous centrer sur les dimensions dépendantes de l'architecture. Un architecte ne peut pas intervenir sur la source d'un bruit (quelqu'un qui crie, une moto). En revanche certaines caractéristiques architecturales peuvent améliorer ou au contraire accentuer la gêne liée à ces manifestations sonores. Des solutions peuvent être employées pour rendre une pièce moins réverbérante à certaines fréquences ou pour diminuer le niveau sonore entre la source d'émission et le local de réception.

Un son pur peut être caractérisé par son niveau de pression exprimé en dB ou dB(A) et par sa fréquence. Il existe différents types de bruits, qui sont liés à différentes manifestations comme le bruit des occupants (cris, paroles...), le bruit des équipements (ventilation, chauffage, ascenseurs, sanitaire...), le bruit des appareils spécifiques et le bruit extérieurs aux bâtiments. Un bruit est un mélange de sons ayant des fréquences et des niveaux différents. La fréquence est exprimée en Hertz. Les sons paraissent plus aigus quand ils ont une fréquence élevée et plus grave quand leur fréquence est basse. Les fréquences audibles sont situées entre 20Hz (infrasons fréquences inférieures) et 20.000Hz (ultrasons fréquences supérieures). L'oreille humaine n'a pas la même sensibilité à toutes les fréquences audibles : elle est en effet peu sensible aux fréquences graves (20-400Hz) alors qu'elle est plus sensible aux fréquences médium (400-1600Hz) et aiguës (1600Hz – 20.000Hz)²¹⁸. Le dB(A)²¹⁹ est une pondération fréquentielle qui tient compte du fait que la plupart des individus perçoivent les sons à haute fréquence (aiguës) plus fort que ceux à basse fréquence (grave). Il s'agit d'un indice basé sur la physiologie qui pondère la mesure physique en fonction de ce qui est ressenti par l'oreille humaine.

Nous retenons trois types de mesures définies ci-dessous (pour les situations types) pour lesquels nous avons établi un protocole de caractérisation, qui se réfère aux normes acoustiques en vigueur^{220,221,222} et qui tient compte des exigences imposées par notre terrain d'étude. L'ensemble de ces mesures est réalisé sur place avec un sonomètre. Une source de bruit (bruit blanc contenant la même énergie à toutes les fréquences) est également utilisée pour certaines mesures. Les trois types de mesures acoustiques retenues sont :

- Le *bruit de fond* des pièces en situation proche du «fonctionnement normal» (qui est exprimé en dB(A)) : l'objectif de cette mesure est de caractériser le bruit de fond de la pièce sans les utilisateurs lorsque que l'établissement est en fonctionnement, ces mesures ne doivent pas être effectuées la nuit (ex : bruit de chariot dans les couloirs, bruit d'équipements en fonctionnement qui pourraient être éteints la nuit mais qui

²¹⁸ CERTU; et CETE de l'Ouest (2003).

²¹⁹ MOURET J-R., et VALLET M. (1992).

²²⁰ AFNOR, (1998) Norme NF EN ISO 140-5.

²²¹ AFNOR, (2010) Norme NF EN ISO 3382-2.

²²² AFNOR, (1998) Norme NF NF EN ISO 140-4.

caractérisent le bruit de fond d'une pièce durant son fonctionnement diurne). L. Hamayon²²³ a défini des niveaux de bruits type de certaines pièces : un restaurant très bruyant se situe à 70dB(A), un grand magasin autour de 60 dB(A), une conversation normale perçue à 3 mètre à 50 dB(A) et un appartement tranquille à 30 dB(A).

- Le *temps de réverbération*²²⁴ : La mesure des temps de réverbération permet de déterminer le temps que le son met pour décroître de 60 dB suite à l'arrêt d'une source²²⁵. L'unité de mesure du temps de réverbération est la seconde. Le temps de réverbération dépend notamment de la taille du local considéré, de la surface et la nature des matériaux utilisés et de la hauteur sous plafond. Les temps de réverbération peuvent renvoyer aux notions de « résonnant » ou de pièce « feutrée ». Le temps de réverbération recommandé aux fréquences médium pour une salle de concert de musique orchestrale d'un volume de 50000 m³ est de 2,8 secondes et pour une salle de réunion de 100 m³ de 0,5 secondes²²⁶ par exemple.
- L'*isolation acoustique*^{227, 228} : les mesures d'isolation ont pour objectif de caractériser la différence de niveau acoustique entre le lieu d'émission d'une source et le lieu de réception du bruit (différence de niveau sonore de part et d'autre d'une paroi séparant un lieu d'émission contenant une source sonore et le lieu d'étude, dit lieu de réception, où s'est propagé le bruit). Les bruits sont enregistrés durant 10 secondes en différents points de la pièce d'émission et de réception. Il s'agit de localiser les locaux d'émission stratégiques et représentatifs (sources de bruit potentiel, changement de nature de parois...). Les isolements des pièces retenues seront mesurés par rapport aux pièces voisines et par rapport à l'extérieur.

Pour une meilleure fiabilité des résultats, les mesures sont réalisées en différents points à partir desquels des moyennes spatiales sont calculées. Pour les trois catégories de mesures, les mêmes positions de microphones sont retenues : 5 positions situées à 1m des surfaces réfléchissantes, à plus de 2m de la source et distantes entre elles (au moins 0,7m entre chaque position). Pour les temps de réverbération deux positions de sources sont utilisées. Les mesures acoustiques sont réalisées pour chaque établissement dans la salle à manger, dans le salon, dans la salle d'activités manuelles et dans la salle d'activités motrices. La Figure 17 illustre, à partir d'un cas théorique le protocole de caractérisation acoustique qui a été mis en place dans les 20 structures partenaires. Pour toutes les mesures effectuées in situ nous avons retenu des valeurs globales (large bande : une seule valeur pour tout le spectre) et le détail des valeurs en fonction de la fréquence (spectre de bruit de fond par exemple). Le spectre d'un bruit est : « *la représentation graphique de l'évolution de l'amplitude des composantes d'un*

²²³ HAMAYON L. (2010).

²²⁴ AFNOR, (2010) Norme NF EN ISO 3382-2.

²²⁵ ROULET C-A. (2008).

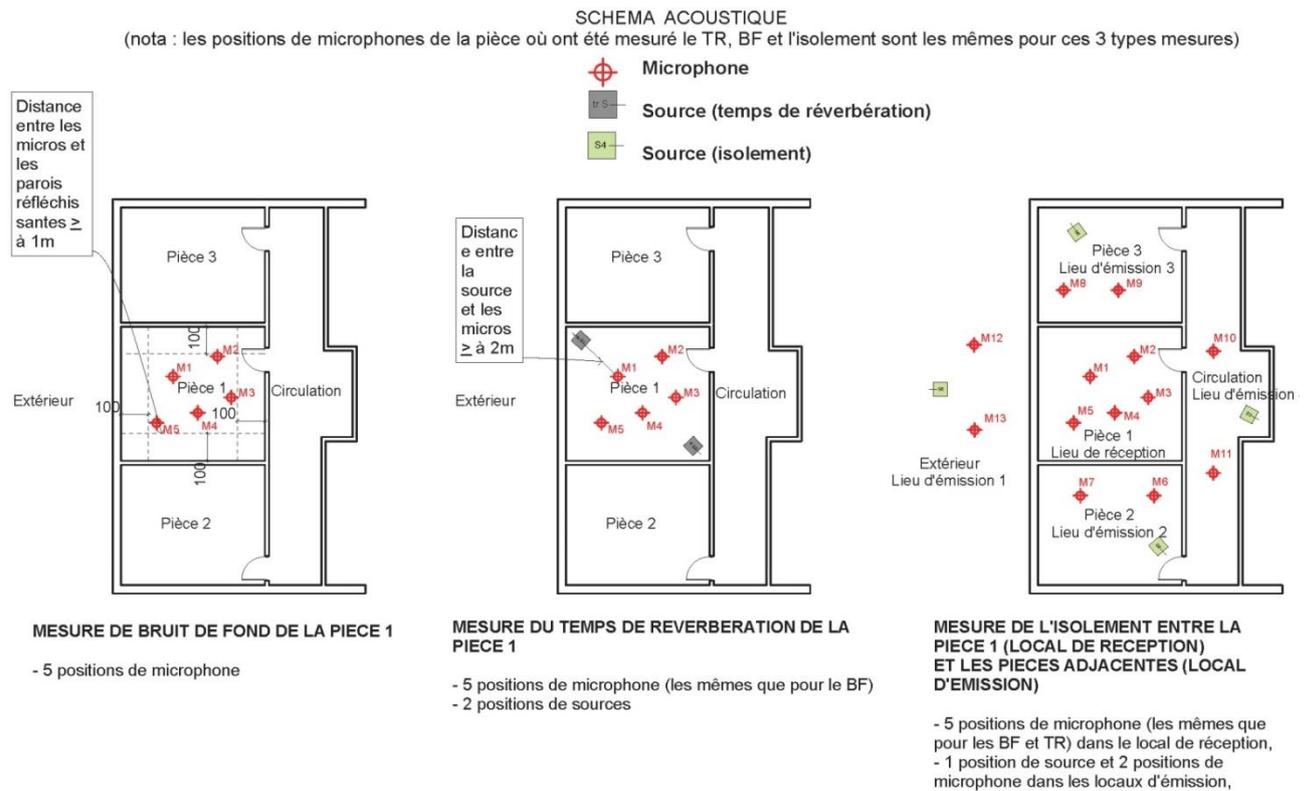
²²⁶ HAMAYON L. (2010).

²²⁷ AFNOR, (1998) Norme NF EN ISO 140-44.

²²⁸ AFNOR, (1998) Norme NF EN ISO 140-5.

son, en général complexe, en fonction de la fréquence.»²²⁹ Nous retenons, pour les valeurs large bande les valeurs moyennes, leur écart type et les valeurs maximum et minimum.

Figure 17 : Schéma des mesures acoustiques in situ



Source : illustration personnelle.

La réalisation du recueil de données s'est déroulée du 26 avril 2012 au 25 mai 2013. Une à deux journées complètes ont été nécessaires pour chaque établissement. Suite à ce travail de terrain et au croisement avec les données issues des plans et des entretiens, les différents indicateurs sont calculés (par exemple le calcul de perméabilité des pièces à partir des plans ou bien des bruits de fond moyen à partir des mesures brutes issues de la campagne de relevés). Ces variables sont toutes structurées dans une base de données brutes comprenant 2450 variables architecturales²³⁰ et qui a été partagée avec les psychologues cliniciens. Tous ces éléments devaient donc être intelligibles et mobilisables par ces derniers.

²²⁹ HAMAYON L. (2010).

²³⁰ Nous invitons le lecteur à voir la liste des variables architecturale en annexe (Annexe 1).

III.2.1.4 Résumé des variables architecturales

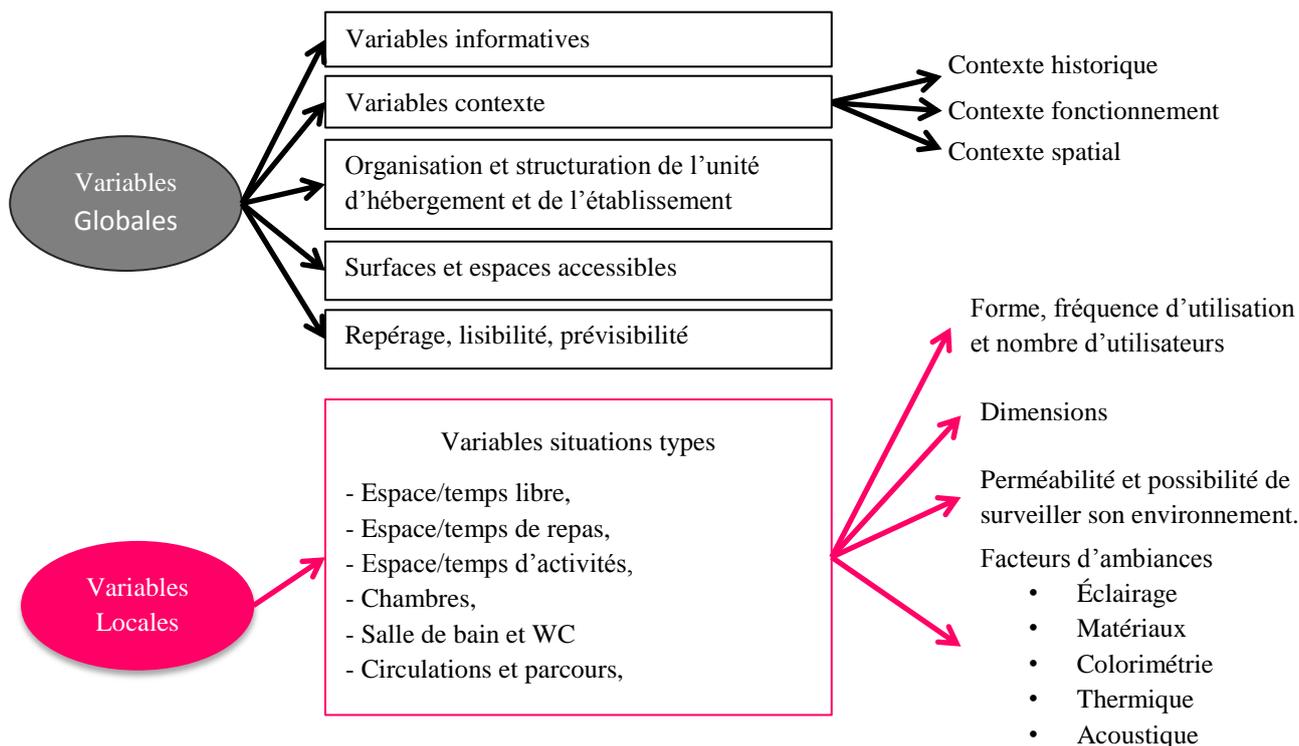


Tableau 3 : Résumé du protocole de caractérisation architecturale

Indicateurs	Méthode de recueil des données
Variables informatives	Consultation du projet d'établissement, entretiens.
Variables contexte	Observation sur le terrain, entretiens, relevés métrologiques
Organisation et structuration de l'unité d'hébergement et de l'établissement	Observation sur le terrain et entretiens
Surfaces et espaces accessibles	Observations in situ, entretiens via questionnaire.
Repérage, lisibilité, prévisibilité	Observations in situ
Forme, fréquence d'utilisation et nombre d'utilisateurs	Observations in situ et entretiens
Dimensions	Accès aux plans de l'établissement et mesures complémentaires si nécessaire (Salle à manger, salon détente, salle d'activités manuelles et motrices, circulations, chambre type, salle de bain et WC).
Morphologie, contenance et perméabilité	Accès aux plans de l'établissement et observations in situ (Salle à manger, salon détente, salles d'activités manuelles et motrices, circulations, chambre type, salle de bain et WC).
Ambiance lumineuse	Expertise par observation et descriptions in situ (Salle à manger, salon détente, salles d'activités manuelles et motrices, circulations, chambre type, salle de bain et WC).
Matériaux	Observation et description in situ, critères de conductivité des matériaux (Salle à manger, salon détente, salles d'activités manuelles et motrices, circulations, chambre type, salle de bain et WC principaux).
Colorimétrie	Observations in situ et utilisation de nuanciers
Ambiance thermique	Expertise par observation et mesures in situ et entretien (Salle à manger, salon détente, salles d'activités manuelles et motrices, circulations, chambre type, salle de bain et WC principaux).
Ambiance acoustique	Relevés métrologiques avec sonomètre : relevés à vide - (Salle à manger, salon détente, salles d'activités manuelles et motrices)

Chapitre IV. Base de données et traitement statistique intra-domaine

IV.1 Aspects méthodologiques

La première phase « d'extraction des données » a débouché sur la constitution (à partir des évaluations cliniques et architecturales) d'une base de données au sein de laquelle sont déterminées des variables « explicatives », « cibles à expliquer » et « contrôlées » ; l'objectif final étant d'étudier les dépendances entre les variables architecturales (explicatives) et les variables cliniques (à expliquer). Pour cela, des méthodes statistiques permettant de traiter un grand nombre de variables hétérogènes sont utilisées. Dans ces conditions, le choix d'outils appropriés doit faire l'objet d'une attention particulière. La complexité provient :

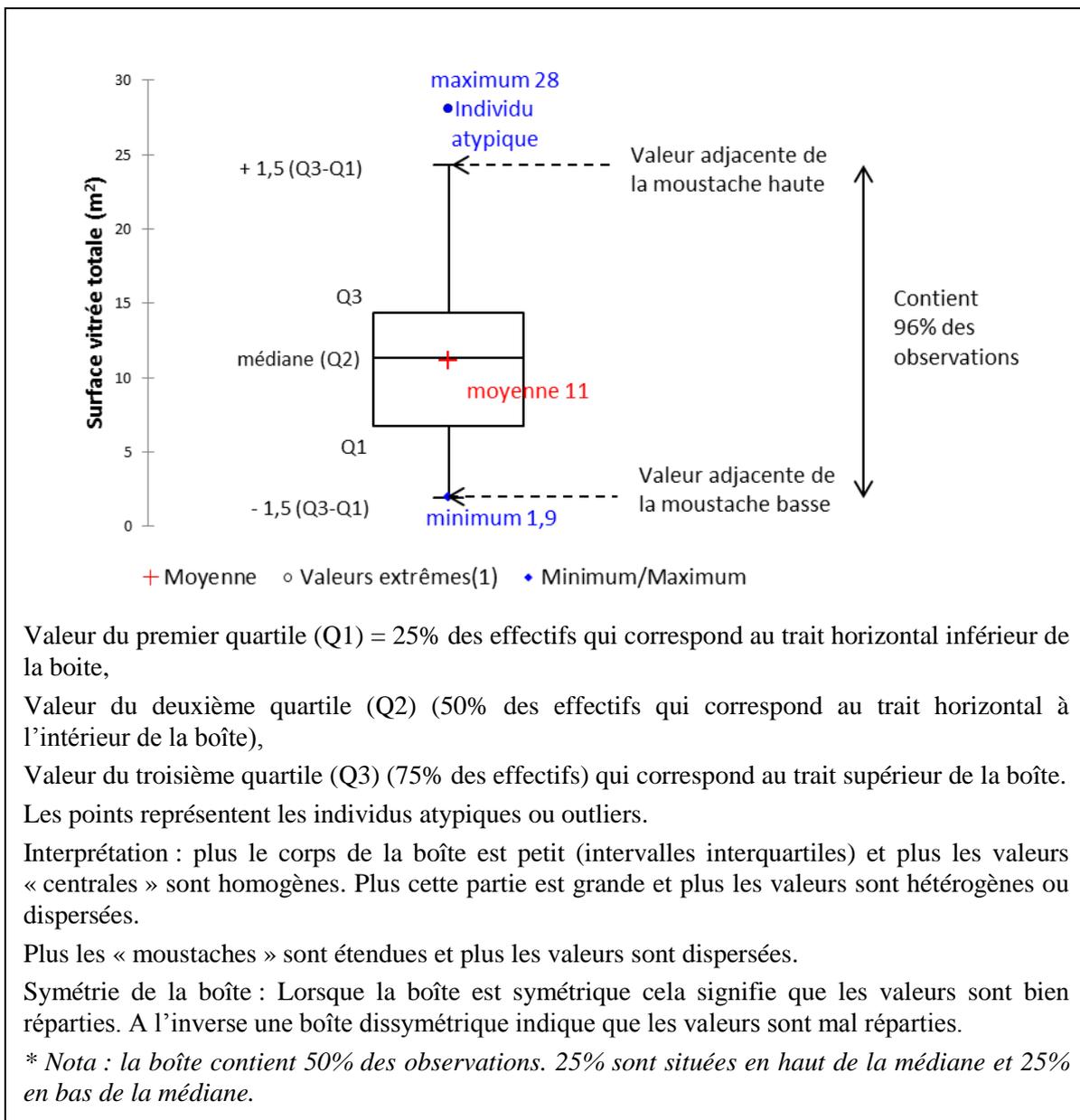
- D'un grand nombre de variables par rapport à un faible nombre d'individus (148 individus répartis en 20 établissements et plus de 1000 variables primaires constituent la base initiale).
- Des variables de natures différentes. En effet, les variables extraites peuvent être :
 - Qualitatives ordinales (comme l'évaluation sensible de l'environnement sonore selon une échelle ordonnée à quatre modalités).
 - Qualitatives modales (comme la forme d'utilisation de la pièce),
 - Binaires (comme la présence/absence de murs courbes),
 - Quantitatives continues (comme la surface de la pièce),
 - Quantitatives discrètes (comme le nombre de luminaires).

Un premier traitement a été consacré à la description, à la synthèse et à la sélection des variables architecturales, avec pour objectif d'en réduire la quantité pour pallier au nombre limité d'individus. Cette réduction est effectuée en regroupant certaines variables pour en maximiser la variation, en écartant les variables constantes et celles où il y a trop de données manquantes. Enfin, sont écartées les variables totalement (ou presque) dépendantes les unes des autres qui mesurent un même phénomène et qui ne semblent pas pertinentes à intégrer dans un même modèle. L'étude des variables architecturales permet également de décrire le corpus et la variation des données. Cette phase de statistique descriptive doit permettre de connaître et comprendre la variation et la répartition de nos données (maximum, minimum, écart type...) afin d'interpréter et donner du sens aux résultats futurs. Cette étape sera suivie par la recherche de dépendances entre variables explicatives et variables à expliquer.

IV.1.1 Représentation des résultats

Pour décrire et connaître la répartition de nos données, différents outils propres aux statistiques descriptives sont mobilisés. Nous nous sommes basés sur des représentations graphiques telles que des histogrammes, des box plot (voir la Figure 18 pour une description de l'interprétation d'un box plot), des camemberts et sur des calculs : écart type, valeur maximum, minimum, moyennes, médianes, effectifs par modalités pour les variables modales ou binaires. Nous avons également étudié l'existence de tendance par pièces : par exemple certaines pièces sont-elles plus perméables, plus grandes que d'autres?

Figure 18 : Lecture et interprétation d'un « diagramme à moustache » ou « box plot »



Source : illustration personnelle.

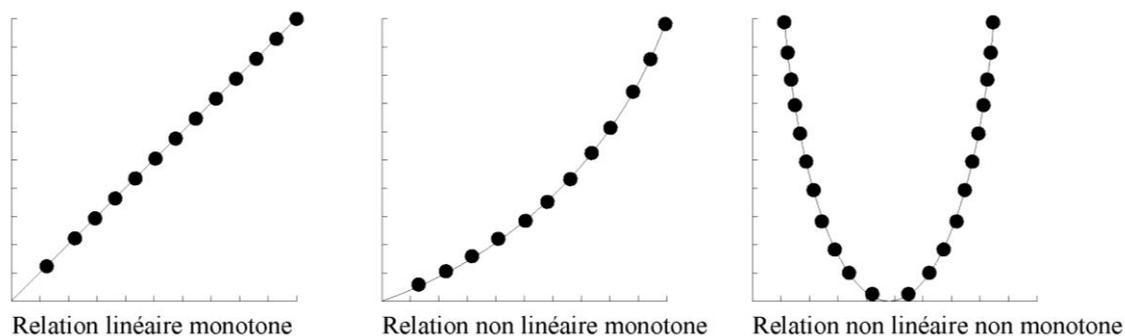
IV.1.2 Méthode de sélection des variables

Pour sélectionner, transformer et réduire les variables architecturales nous basons sur des tests statistiques et également sur les connaissances métiers de certains phénomènes architecturaux. Cette étape a abouti à la création de deux bases de données architecturales dérivées. Une première au sein de laquelle sont écartées toutes les variables dépendantes entre elles et également toutes les variables présentant très peu de variation. Dans la seconde base (moins réduite) des variables architecturales dépendantes entre elles peuvent être conservées car les cliniciens et les collègues d'experts pressentent que ces variables pourraient influencer certains troubles des personnes atteintes de TSA (c'est le cas par exemple des surfaces, des hauteurs et du volume d'une pièce). Les variables « A » et « B » sont dites indépendantes si le phénomène associé à A n'a aucune incidence sur le phénomène associé à B. Les outils statistiques qui sont utilisés permettent d'étudier les liens des variables deux à deux et également de plusieurs variables simultanément. Nous décrivons ci-dessous, en nous appuyant sur des exemples concrets les tests statistiques mobilisés pour cette phase de travail. Dans la base de données la plus réduite, nous conservons automatiquement une seule variable sur les deux lorsque les coefficients de corrélation sont supérieurs à 0,8 (des coefficients inférieurs à 0,8 peuvent entraîner également la suppression d'une variable sur les deux en s'appuyant sur les connaissances métiers de certains phénomènes). En revanche, dans la base de données élargie, nous n'avons pas appliqué de seuil systématique et certaines variables dont le coefficient est supérieur à 0,8 sont maintenues car on peut faire l'hypothèse que ces variables pourraient influencer certains troubles comme nous l'avons évoqué précédemment.

Les coefficients de corrélation de Pearson et de Spearman

Les relations existantes entre des variables peuvent prendre différentes formes : linéaire, monotone²³¹ (Figure 19). Lorsqu'une relation est linéaire elle peut se traduire par une relation affine (une droite). Lorsque la relation n'est pas linéaire ; la représentation graphique peut prendre une forme complexe de type sinusoïdale, hyperbolique... Une relation non linéaire peut être monotone (cas de figure d'une relation exclusivement croissante ou décroissante) ou non monotone.

Figure 19 : Les relations entre variables



Source : illustration personnelle.

²³¹ RAKOTOMALALA R. (2012).

Le coefficient de corrélation de Pearson permet de mesurer l'existence d'une relation linéaire entre deux variables quantitatives continues. Sa valeur est comprise entre -1 et 1 ; si le coefficient de corrélation est égal à zéro alors les variables n'entretiennent pas de relations linéaires entre elles. Ce n'est pas parce que le coefficient est égal à zéro que les variables concernées sont forcément indépendantes : il peut exister une relation non linéaire, une relation non directe entre deux variables qui fait par exemple intervenir une troisième variable. Le coefficient de Spearman, quant à lui, est adapté pour tester les relations non linéaires monotones. Ce coefficient utilise les rangs des observations et non leur valeur en tant que telle. Si les valeurs du coefficient de corrélation de Pearson sont supérieures à celles du coefficient de Spearman, cela peut souvent être lié à des individus atypiques prenant des valeurs exceptionnelles²³². Si les valeurs prises par le coefficient de Spearman sont supérieures à celles prises par le coefficient de Pearson cela peut provenir de l'existence d'une relation non linéaire entre les variables²³³. L'exemple présenté dans le Tableau 4, à travers l'analyse des corrélations (coefficient de Pearson) entre les huit variables relatives au temps de réverbération montre que les valeurs mesurées sur deux largeurs de bande de fréquence sont très corrélées et que les valeurs du temps de réverbération maximum, minimum et moyen le sont aussi. Celles de l'écart type sont plus faiblement corrélées avec les autres. Deux variables permettent donc de résumer l'ensemble et pourront donc être conservées : le temps de réverbération moyen et l'écart type mesurés sur la gamme de fréquence 250Hz-10kHz.

Tableau 4 : Corrélations entre les huit variables relatives au temps de réverbération

	TR moyen 250Hz- 10kHz	TR E-T 250Hz- 10kHz	TR maxi 250Hz- 10kHz	TR mini 250Hz- 10kHz	TR moyen 400 Hz - 2,5 kHz	TR E-T 400 Hz - 2,5 kHz	TR maxi 400 Hz - 2,5 kHz
TR E-T 250Hz-10kHz	-0,096	-	-	-	-	-	-
TR maxi 250Hz-10kHz	0,760	0,534	-	-	-	-	-
TR mini 250Hz-10kHz	0,959	-0,322	0,607	-	-	-	-
TR moyen 400 Hz -2,5 kHz	0,978	-0,148	0,700	0,946	-	-	-
TR E-T 400 Hz -2,5 kHz	-0,025	0,858	0,485	-0,245	0,005	-	-
TR maxi 400 Hz -2,5 kHz	0,730	0,389	0,861	0,593	0,765	0,607	-
TR mini 400 Hz -2,5 kHz	0,960	-0,286	0,628	0,987	0,970	-0,167	0,665

-  Corrélation entre temps de réverbération moyen, maximum et minimum.
-  Corrélation entre les mesures sur les bandes de fréquence 400 Hz -2,5 kHz et 250Hz-10kHz.
-  Corrélation entre écart type, valeurs maximum, minimum et moyenne.

²³² URL : http://grasland.script.univ-paris-diderot.fr/STAT98/stat98_6/stat98_6.htm.

²³³ Ibid.

Test de corrélation Bi-sérielle

Les tests de corrélation bi-sérielle permettent d'étudier le degré d'association entre une variable binaire et une variable quantitative continue. La valeur du coefficient est comprise entre -1 et 1 (0 correspond au cas de figure où aucune association n'est détectée). L'exemple que nous présentons (Tableau 5), montre les résultats de la relation entre la variable quantitative relative à la période de construction de la partie hébergement et la variable binaire relative à la fonction initiale de l'établissement (l'établissement a-t-il été conçu pour accueillir des personnes atteintes de TSA ?). Le coefficient de corrélation est très élevé et négatif ($r = -0,890$) ce qui indique une relation très forte entre ces deux variables qui varient en sens inverse. Autrement dit, quand les établissements sont anciens, ils ont été plus rarement conçus pour accueillir des personnes autistes.

Tableau 5 : Exemple de corrélation bi-sérielle

Période de création de l'établissement/fonction initiale de la structure	
r	-0,890
p-value (bilatérale)	0,0002
alpha	0,05

Matrice de similarité/dis-similarité : Indice de Jaccard

Pour les relations des variables binaires entre elles, des indices de similarité ou dis-similarité de Jaccard ont été utilisés. La similarité de Jaccard permet de mesurer pour des données binaires si deux spécimens ont tous leurs attributs en commun (dans ce cas-là le coefficient est égal à 1) ou s'ils n'en ont aucun (dans ce cas l'indice est égal à zéro.) Si deux variables A et B caractérisent 8 spécimens : au cas où sept valeurs sur les huit sont communes alors l'indice de Jaccard est de 7/8 (nombre de données communes/nombre de données totales). Ainsi plus l'indice est élevé et plus les variables sont similaires, autrement dit plus les variables A et B ont des valeurs en commun. Le Tableau 6 présente le degré de similarité entre la variable binaire relative à la forme d'utilisation de la salle à manger (libre ou réglementée) et la variable binaire relative aux activités réalisées dans la salle à manger (repas seulement ou repas accompagné d'autres activités). Il est possible de voir que l'indice entre ces deux variables est élevé ($r = 0,929$), autrement dit quand la forme d'utilisation est libre d'autres activités sont généralement réalisées dans la pièce.

Tableau 6 : Exemple d'une matrice de proximité (Indice de Jaccard)

	Forme d'utilisation	Activités réalisées dans la pièce
Forme d'utilisation	1	0,929
Activités réalisées dans la pièce	0,929	1

Statistique de Multi-colinéarité

La multi-colinéarité évalue l'existence d'une relation d'interdépendance entre les variables explicatives. Dans cette situation, il n'est pas possible de mesurer l'impact séparé de ces variables sur une autre variable à expliquer. La multi-colinéarité parfaite est une combinaison linéaire parfaite de plusieurs variables explicatives. Il est intéressant de détecter cette multi-colinéarité pour arrêter de mesurer une variable si elle est suffisamment expliquée par deux autres qui sont déjà mesurées et présentes dans la base de donnée. Si $R^2=1$ alors il y a une relation de colinéarité parfaite entre les variables. Dans le Tableau 7 on peut par exemple voir qu'il existe une relation de multi-colinéarité non parfaite entre les variables. Lorsque la multi-colinéarité n'est pas parfaite nous conserverons éventuellement les trois variables pour essayer de détecter laquelle serait la plus influente sur les variables cliniques.

Tableau 7 : Exemple de relations de multi-colinéarité (exemple salle à manger)

Statistique	Surface	Hauteur maximum	Hauteur minimum	Volume de la pièce
R²	0,955	0,868	0,164	0,975
Tolérance	0,045	0,132	0,836	0,025
VIF	22,301	7,594	1,197	40,681

IV. 2 Statistiques descriptives sur les données architecturales

La connaissance de la répartition et de la variation des données est importante pour l'interprétation des corrélations entre les variables architecturales et les variables cliniques, c'est pour cette raison que les résultats de l'analyse descriptive de notre corpus seront présentés ci-après en détail. En effet, si une caractéristique architecturale est plus présente dans une pièce que dans les autres alors son impact pourrait être plus fort sur le comportement. De la même manière, si dans un certain type d'espace (par exemple les salles de bain) il y a peu de variations au sein du corpus, il sera plus difficile de pouvoir observer des effets sur le comportement.

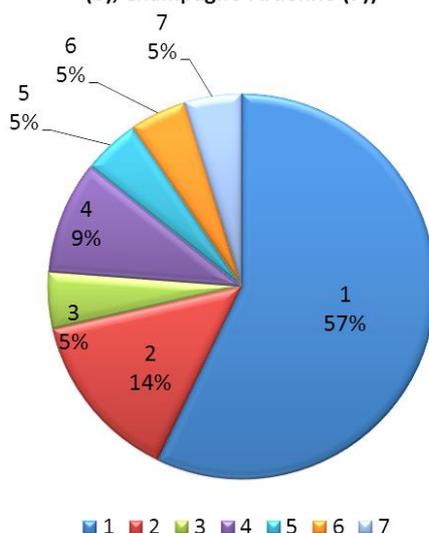
IV.2.1 Contexte

Sur les vingt établissements, 25% (soit cinq) sont gérés par une même association. Trois autres associations gèrent deux établissements chacune. Les neuf autres sont gérés par des associations différentes. Deux établissements gérés par une même association ont été construits par le même architecte. Au sein de notre corpus, 85 % des établissements sont des Foyers d'Accueil Médicalisés et 15 % sont des Maisons d'Accueil Spécialisés.

Un peu plus de la moitié des structures d'accueil sont situées en région Rhône Alpes, trois en Ile de France, deux en Bourgogne, une en Auvergne, une en région Provence Alpes Côte d'Azur, une en Languedoc Roussillon et une en Champagne Ardenne (Figure 20).

Figure 20 : Répartition géographique des établissements du corpus

Fréquence (Région : Rhône Alpes (1), Ile de France (2), Auvergne (3), Bourgogne (4), PACA (5), Languedoc Roussillon (6), Champagne Ardenne (7))



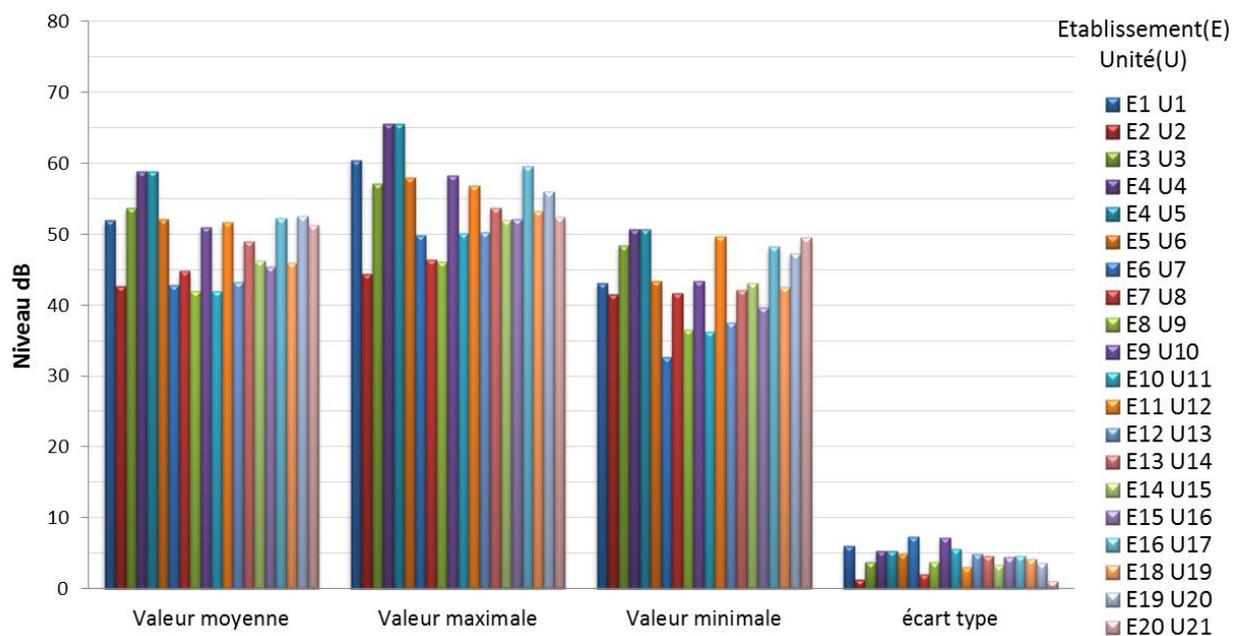
Source : illustration personnelle.

Neuf établissements ont été construits entre 2008 et 2011 (date de construction du plus récent), deux autres plus anciens ont été réhabilités durant cette période (les établissements du corpus sont donc globalement plutôt récents). Cette importante construction d'établissements durant cette période est certainement liée au plan autisme. 76% des unités d'hébergement ont été construites et conçues spécifiquement pour accueillir des personnes autistes. Parmi celles qui ont été conçues pour d'autres usages, 19% avaient pour fonction initiale d'être de l'habitat individuel (maisons bourgeoises) ou des structures d'hébergement collectif et 5% était initialement des anciens équipements tertiaires.

70% des établissements sont implantés sur un terrain plat et 25% sont dans un site accidenté mais implantés sur du terrain plat et 5% sont adossés à la pente. Aucun n'est mitoyen avec un autre bâtiment.

Parmi les établissements du corpus, 24% ont un environnement très calme, 33% un environnement relativement calme, 14% un environnement plutôt bruyant et 29% un environnement bruyant. La Figure 21 donne un aperçu des valeurs mesurées du bruit de fond extérieur, et montre l'ampleur des variations d'un établissement à l'autre.

Figure 21 : Mesure du bruit de fond (effectuée en 5 points différents par établissements)



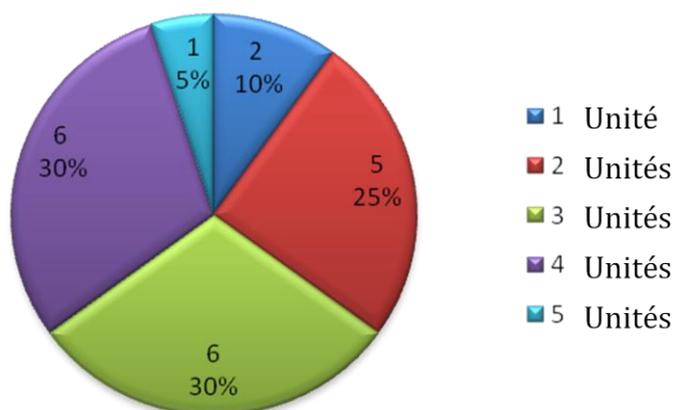
Source : illustration personnelle.

Ainsi, le **corpus est majoritairement composé de FAM**, les spécimens sont pour plus de la moitié **en région Rhône Alpes** et sont **relativement récents**. La plupart des établissements ont été **conçus spécifiquement pour accueillir des personnes atteintes de troubles autistiques**. Concernant l'implantation de ces établissements, il s'agit d'une implantation qui peut rappeler **l'implantation « traditionnelle »** des établissements médico-sociaux souvent **isolée et éclatée** sur un terrain où se répartissent plusieurs bâtiments (accueillant généralement les différents unités de vies, une partie destinée aux fonctions administratives et régulièrement des parties dédiées aux activités) créant un sous ensemble dans la cité.

IV.2.2 Organisation des unités d'hébergement

Au sein de notre corpus, le nombre d'unités d'hébergement dédiées à l'accueil de personnes ayant un TSA, varie d'une seule unité à cinq unités (Figure 22).

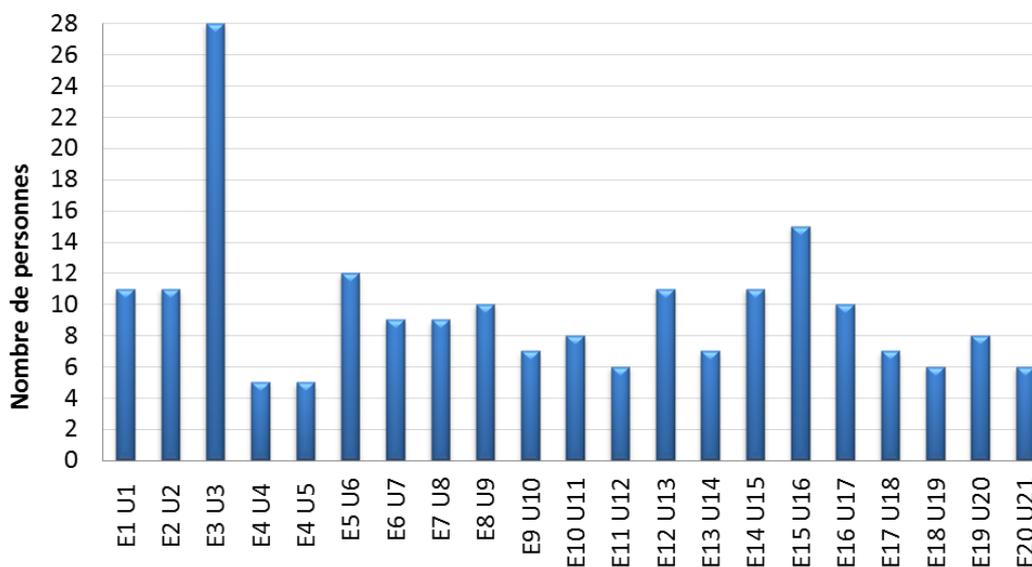
Figure 22 : Nombre d'unités d'hébergement par établissement



Source : illustration personnelle.

Parmi les dix-huit établissements qui ont plusieurs unités d'hébergement, treize ont des unités clairement définies, neuf ont au moins une ou plusieurs de leurs unités qui sont homomorphes et douze ont des unités d'hébergement qui sont accessibles librement aux résidents des autres unités. La capacité d'accueil des unités évaluées varie de cinq résidents à un maximum de vingt-huit résidents (avec une valeur moyenne de 9,6 résidents et une valeur médiane de 9 résidents - Figure 23). L'écart est donc très important, toutefois, seulement deux unités du corpus accueillent 15 résidents ou plus. Le nombre de chambres desservies par le même accès quant à lui varie de 3 à 15 chambres (en moyenne un même accès dessert 6,4 chambres ; médiane : 5,6). Ces unités sont dans la plupart des cas réparties sur un seul étage.

Figure 23 : Nombre de personnes maximum accueillies dans l'unité d'hébergement



Source : illustration personnelle.

Dans le protocole de caractérisation architecturale nous avons introduit des variables relatives au *système de chauffage* (centralisé/divisé), au *système de ventilation* (simple flux, double flux, naturelle), à *l'énergie de chauffage*, ces données devaient être recueillies auprès des personnes s'occupant des travaux courants de l'établissement. Ces renseignements n'ont pas toujours été obtenus entraînant de nombreuses données manquantes au sein de ces variables. Pour les quelques spécimens du corpus pour lesquels nous avons réussi à obtenir ces données, on note peu de variations (système de chauffage divisé, gaz de ville) ; par conséquent nous ne conservons pas ces variables.

Il existe donc une **diversité importante** dans les établissements du corpus, tant **au niveau de l'organisation de leurs unités d'hébergement qu'au niveau du nombre de ces unités par établissements et du nombre de résidents accueillis.**²³⁴

IV.2.3 Lieux d'activités, espaces extérieurs et surfaces réellement accessibles

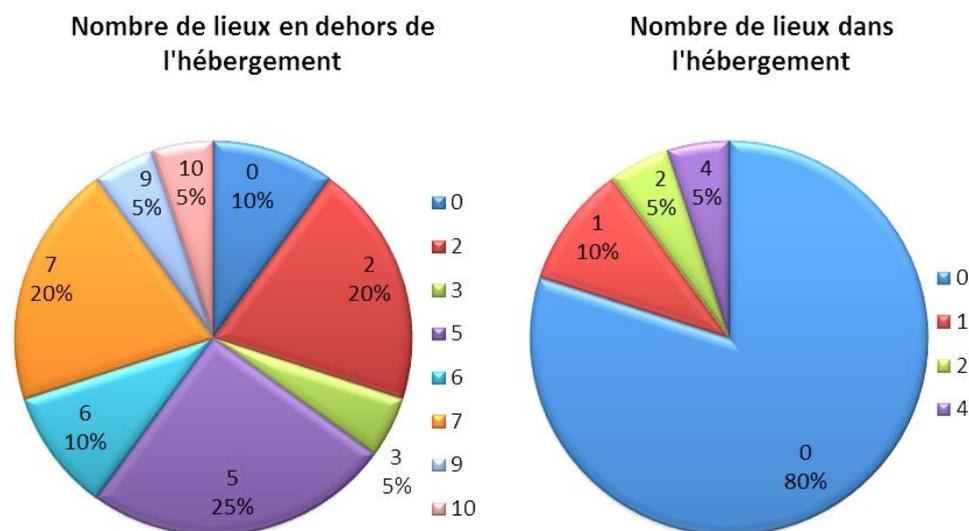
Un seul établissement du corpus possède un jardin thérapeutique et 9 ont un jardin potager. Les lieux d'activités se situent presque toujours à l'intérieur de l'établissement, mais pas forcément au sein de l'unité d'hébergement elle-même. La majorité des surfaces consacrées aux activités se situe hors hébergement, et elle varie de 0m² à 410 m² (valeur moyenne : 167m², médiane : 138m², écart type : 96m²) ce qui montre une dispersion relativement importante autour de la moyenne. Le nombre de lieux d'activités (Figure 24) situés hors unité d'hébergement varie de 0 (pour deux établissements) à 10 et celui présents sur l'unité d'hébergement et servant exclusivement pour des activités encadrées varie de 0 à 4 (seuls quatre établissements ont des lieux dédiés exclusivement aux activités encadrées dans la partie d'hébergement). La moitié des établissements du corpus ont une salle Snoezelen, pour deux d'entre eux cette salle se situe dans la partie hébergement. Des lieux de retrait, également appelés salles d'apaisement, peuvent être utilisés pour permettre aux résidents de s'isoler et ainsi fuir la situation groupale momentanément. Seulement 30% des établissements du corpus possèdent ce type de salle, et pour l'un d'entre eux seulement cette salle se situe dans l'unité d'hébergement.

La possibilité d'accéder librement ou non à des espaces extérieurs et la dimension de ces espaces nous ont également semblé être des éléments importants. 75% des établissements possèdent des espaces extérieurs accessibles librement. La surface totale extérieure accessible librement varie de 0m² à 19985m² avec une valeur moyenne de 3610m² et une valeur médiane de 860m². Il y a donc d'importantes variations d'un établissement à l'autre (dans 43% des établissements, les résidents ont accès librement à la totalité du jardin). La surface accessible

²³⁴ Pour mémoire : Nous évaluons une unité d'hébergement dans chaque établissement à l'exception d'un établissement pour lequel nous mesurons deux unités d'hébergement. Le corpus comprend donc 21 unités réparties dans 20 établissements différents.

librement par les résidents à l'intérieur de l'établissement varie de 69m² à 614m². En moyenne, les résidents ont accès à environ 223m² librement, la valeur médiane quant à elle est de 166m² (écart type 153m²). Les espaces réellement accessibles librement aux résidents présentent à nouveau de grandes disparités au niveau de leur surface.

Figure 24 : Lieux spécifiquement dédiés aux activités



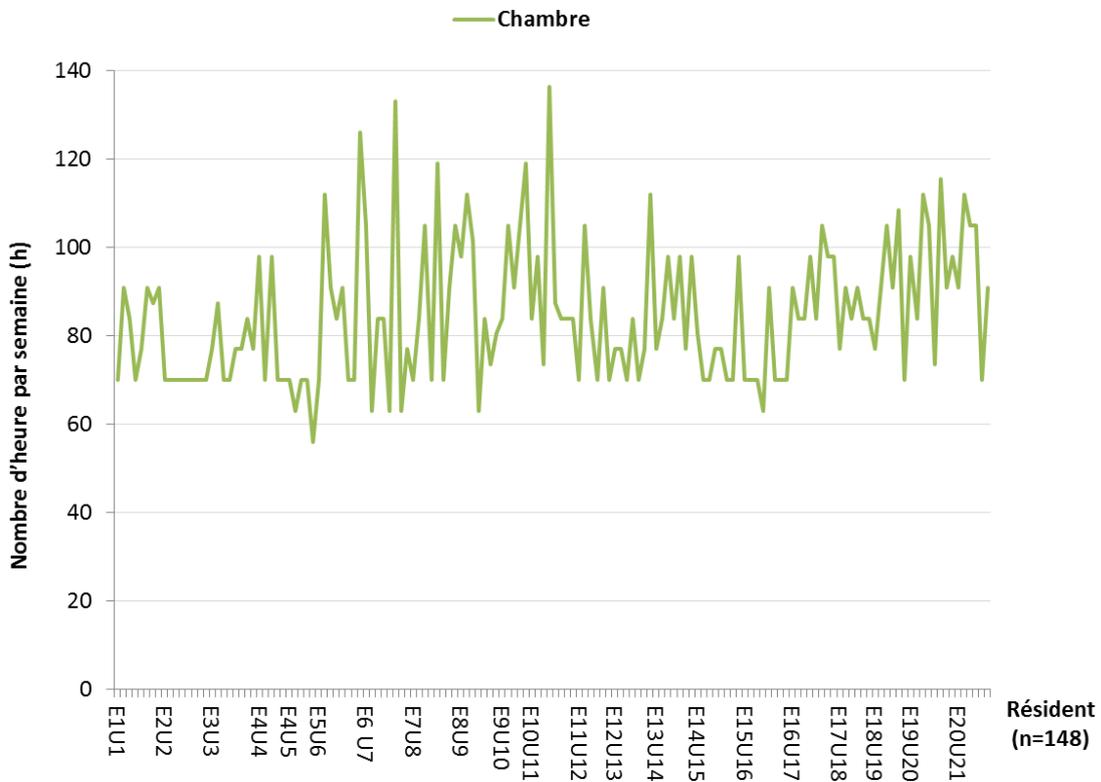
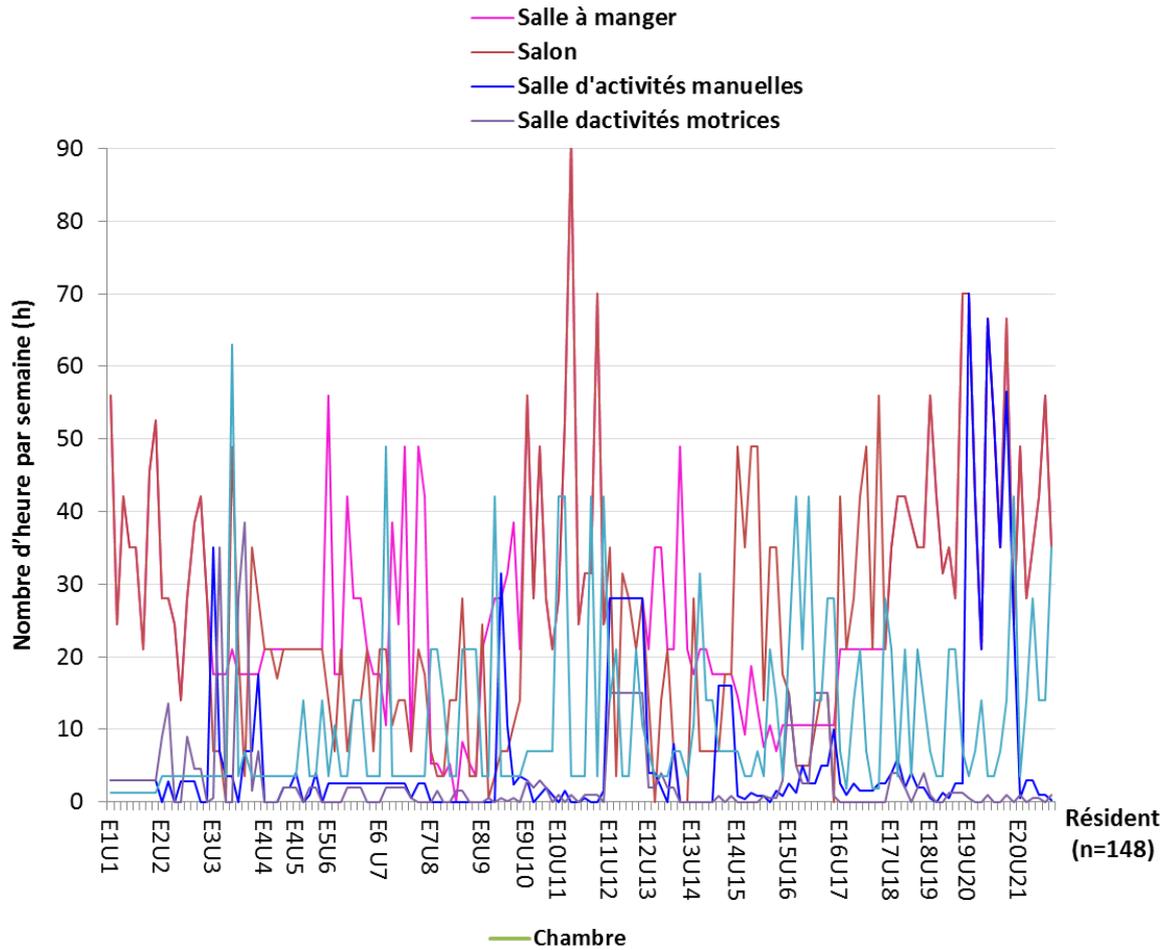
Source : illustration personnelle.

La plupart des lieux d'activités, dédiés spécifiquement à cette fonction se situent **en dehors de la partie hébergement**. Il y a **d'importantes variations** entre les différents établissements du corpus concernant le nombre et la surface des lieux d'activités. Dans la majorité des établissements du corpus, les résidents ont **accès librement à un espace extérieur**, la surface de cet espace **est très variable**. Il y a également beaucoup de variations d'un établissement à l'autre concernant la surface accessible librement aux résidents à l'intérieur de l'établissement.

IV.2.4 Taux de fréquentation des différents espaces

Comme on peut le voir sur la Figure 25, le taux de fréquentation moyen est très différent en fonction des pièces. Les chambres sont les espaces fréquentés le plus par l'ensemble des résidents. Concernant les espaces collectifs, ce sont les salles à manger (taux moyen de fréquentation de 27h30 par semaine environ) et les salons (taux moyen de fréquentation 26h par semaine environ) qui sont les plus fréquentés par l'ensemble des résidents alors que le taux de fréquentation des salles d'activités encadrées est plus faible (taux moyen de 6h par semaine pour les salles d'activités manuelles et de 3h par semaine pour les salles d'activités motrices). 35 résidents sur 148 ne fréquentent jamais les salles d'activités manuelles et 51 résidents sur 140 (un des établissements n'a pas de salle motrice) ne fréquentent pas les salles d'activités motrices. Alors que seulement un résident sur 148 ne fréquente pas la salle à manger et 4 ne fréquentent pas le salon (dont 3 sont dans le même établissement).

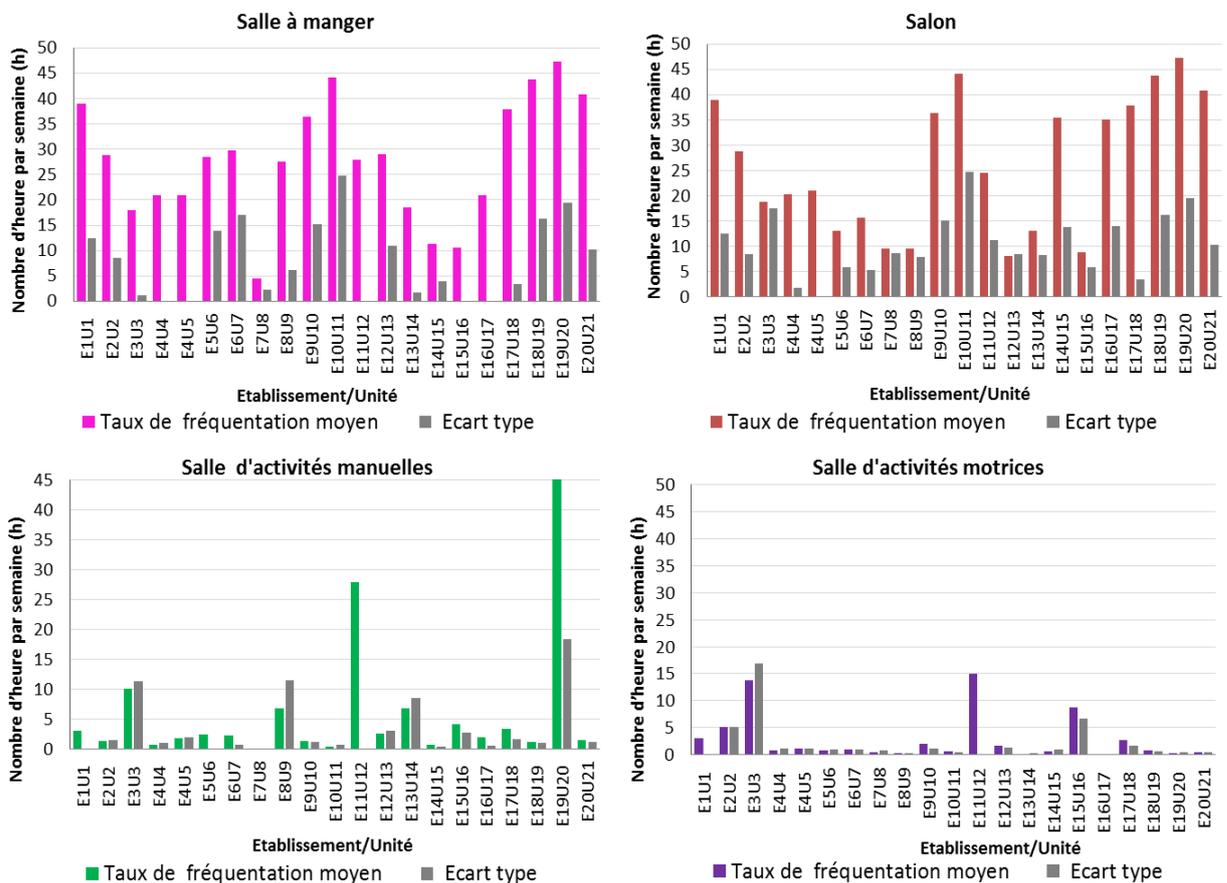
Figure 25 : Taux de fréquentation des différentes pièces par résident



Source : illustration personnelle.

Par ailleurs, on peut noter sur les histogrammes (Figure 26) que les taux de fréquentation de ces espaces sont différents d'un établissement à l'autre. Pour les salles à manger le taux de fréquentation peut varier de moins de 5h dans la semaine pour un établissement à plus de 45h pour un autre. Pour les salons, l'écart est légèrement moins important et varie d'environ 8h à plus de 45h. Il y a également des différences importantes de temps de fréquentation d'un résident à l'autre. Pour les salles d'activités manuelles on voit clairement que seuls deux établissements ont un taux de fréquentation moyen supérieur à 10h (établissement E19 U20 et E11 U12) avec un maximum de 46 heures. Il se trouve que dans ces deux établissements les résidents réalisent les activités manuelles respectivement dans la salle à manger et dans la salle à manger/salon pour l'autre. Ce qui signifie que le temps de fréquentation de l'espace où se déroulent les activités manuelles ne représente pas le temps consacré aux activités manuelles. Pour les activités motrices, trois établissements se distinguent (E3 U3 au sein duquel la salle d'activité motrice est utilisée comme salon, E11 U12 et E15 U16 où ce n'est pas une activité motrice effectuée dans la pièce mais une activité cuisine.)

Figure 26 : Taux de fréquentation moyen



Source : illustration personnelle.

Ainsi ce sont les **chambres qui sont les pièces les plus fréquentées** et les salles d'activités qui sont les moins fréquentées. Il y a **d'importantes de variations** au niveau du temps de fréquentation des différentes pièces (temps moyen passé dans une pièce par semaine et par résident) **d'un établissement à l'autre et d'un résident à l'autre.**

IV.2.5 Transitions et repères

Concernant les transitions et repères, nous retenons des variables relatives au repérage spatial (présence de code de couleur pour distinguer les unités, présence de code de couleur pour les portes de l'hébergement et pour celles de la partie activité). Il ressort des données mesurées que 71% des établissements n'ont pas de code de couleur pour distinguer les unités, 57% des établissements utilisent un code de couleur pour les portes de la partie hébergement et 48% utilisent un code de couleur pour les portes de la partie activités.

La permanence de l'affectation des locaux semble être importante pour les personnes autistes. Au sein de notre corpus, 70% des établissements ont dans leur unité d'hébergement des lieux utilisés à la fois pour des activités encadrées et d'autres usages (salle à manger, salle de réunion...). Le salon détente est plus souvent confondu avec la salle à manger (dans 38% des cas) qu'avec les espaces dédiés aux activités encadrées (motrice et manuelle). Concernant les espaces dédiés aux repas, 67% sont utilisés pour d'autres usages (la moitié possède des sous divisions fixes ou mobiles) et 33% sont utilisés exclusivement durant la période des repas.

Contrairement aux éléments du consensus qui mettent en avant l'importance d'avoir des espaces dédiés à des fonctions spécifiques et du repérage spatial pour favoriser l'orientation et l'autonomie, notre corpus comprend une part importante de lieux dans la partie hébergement où **plusieurs fonctions se déroulent et les éléments de repérage spatial sont moyennement utilisés.**

IV.2.6 Parcours

Les distances parcourues

La distance parcourue par les résidents pour se rendre de leur chambre à la salle à manger varie de 0m à 52m (moyenne 15m et médiane 14m) et celle parcourue pour se rendre de leur chambre au salon varie de 0m à 62m (moyenne 16m et médiane 13m). 8 résidents ont leur chambre en communication directe avec la salle à manger et 14 avec le salon. La distance parcourue par les résidents pour se rendre de la salle à manger aux salles d'activités est globalement plus importante que celle parcourue pour effectuer le trajet du salon à la chambre ou de la salle à manger à la chambre et il y a plus de variations d'un établissement à l'autre. En effet la distance parcourue pour se rendre de la salle à manger à la salle d'activités manuelles varie de 0m à 136m (la moyenne est de 56m, la médiane de 40m, l'écart type est de 43m ce qui montre qu'il y a beaucoup de variation d'un établissement à l'autre). Elle est de zéro pour deux établissements car la salle où sont réalisées les activités manuelles est confondue avec la salle à manger. La distance parcourue par les résidents pour se rendre de la salle à manger à la salle d'activité motrice varie de 32m à 12km (cas de figure où les résidents doivent se rendre en voiture dans cette salle).

Changement d'unité, d'étage et passage par l'extérieur durant le parcours

Aucun résident (parmi les 148 évalués) ne doit passer par l'extérieur ou quitter son unité d'hébergement pour se rendre à la salle à manger depuis sa chambre et seulement 30 résidents (soit 20% des personnes évaluées) doivent changer d'étage. Pour effectuer le parcours de la chambre au salon, 5% des résidents doivent obligatoirement passer par l'extérieur et quitter leur unité et 33% doivent changer d'étage. Dans 27% des cas, les résidents ne passent pas par l'extérieur pour réaliser le parcours de la salle à manger à la salle motrice (la distance parcourue à l'extérieur varie de 0 m à 12km ; dans un établissement l'intégralité de ce trajet se fait par l'extérieur). Les résidents doivent changer d'étage pour se rendre à la salle motrice depuis la salle à manger dans 42% des cas et ils doivent quitter obligatoirement leurs unités pour 89% d'entre eux. Dans un peu plus de la moitié des cas (56%), les résidents ne passent pas par l'extérieur pour effectuer le parcours de la salle à manger à la salle d'activités manuelles (lorsqu'ils passent par l'extérieur, la distance parcourue varie de 0 m à 109 m ; pour deux établissements du corpus le parcours s'effectue intégralement à l'extérieur). Pour effectuer ce parcours, 45% des résidents changent d'étage et 64% quittent obligatoirement leur unité

Ainsi, les résidents pour se rendre dans les salles d'activités effectuent **globalement un parcours plus long** que pour se rendre dans la salle à manger ou le salon. Ils **quittent généralement leurs unités** et **passent le plus souvent par l'extérieur**. Pour les parcours pour se rendre aux salles d'activités nous conservons uniquement les variables :

- Passage par l'extérieur,
- Changement de niveau
- Devoir quitter son unité,
- Distance parcourue totale,
- Distance parcourue à l'intérieur,
- Homogénéité de matériaux (typologie et texture),
- Homogénéité de couleurs (teinte, saturation, clarté),
- Hauteur pour les pièces de départ et arrivée.

En effet, il semble difficile de comparer et caractériser l'importance de changements entre un parcours effectué intégralement à l'intérieur et un parcours réalisé en partie ou en totalité à l'extérieur.

Traitement des transitions entre les pièces et les circulations en contact

Afin de caractériser les transitions effectuées durant les quatre parcours, nous avons mesuré « les différences et homogénéités » (voir paragraphe III.2.1.2 p. 74 pour une description de ces mesures) de hauteur, de teinte, de saturation, d'obscurité et de matériaux entre les pièces de départs et d'arrivée et la circulation. Le Tableau 8 permet de voir le pourcentage de cas pour lesquels la pièce que nous avons mesurée (chambre, salle d'activités manuelles, salles d'activités motrices, salon et salle à manger) et la pièce qui lui est directement en contact présentent une homogénéité de hauteur, teintes et matériaux. Il se lit de la manière suivante :

par exemple dans 25% des cas la hauteur est identique entre la chambre et la pièce ou la circulation qui lui est directement adjacente.

Tableau 8 : Le traitement des transitions

		Chambre	Salle manuelle	Salle motrice	Salon	Salle à manger - chambre	Salle à manger -salle manuelle	Salle à manger salle motrice
	Homogénéité de niveau de sol	100%	90%	85%	100%	97%	100%	91%
	Homogénéité de hauteur	25%	50%	25%	36%	26%	25%	15%
Sol	Homogénéité de teinte	38%	45%	25%	63%	86%	90%	85%
	Homogénéité d'obscurité	51%	55%	30%	68%	92%	100%	90%
	Homogénéité de saturation	47%	55%	40%	63%	86%	90%	80%
Mur	Homogénéité de teinte	38%	60%	35%	71%	68%	75%	65%
	Homogénéité d'obscurité	48%	60%	35%	82%	68%	75%	55%
	Homogénéité de saturation	38%	60%	35%	71%	57%	65%	55%
Plafond	Homogénéité de teinte	100%	90%	80%	95%	97%	100%	95%
	Homogénéité d'obscurité	100%	90%	80%	95%	97%	100%	95%
	Homogénéité de saturation	100%	90%	80%	95%	97%	100%	95%
Sol	Homogénéité de matériaux	67%	65%	60%	74%	92%	95%	90%
	Homogénéité de textures	67%	65%	60%	79%	92%	95%	90%
Mur	Homogénéité de matériaux	80%	70%	70%	97%	82%	85%	80%
	Homogénéité de textures	84%	70%	70%	91%	82%	85%	80%
Plafond	Homogénéité de matériaux	67%	80%	65%	86%	86%	85%	75%

On trouve rarement des différences de niveau de sol (dans les rares cas où elles sont présentes cela provient du fait que la pièce est en contact avec l'extérieur ou bien qu'un escalier débouche directement dans la pièce.) Les pièces étudiées et les pièces avec lesquelles elles sont en contact présentent le plus souvent des différences de hauteur de plafond. Généralement, les plafonds présentent peu de différences d'obscurité, de saturation et de teinte entre les différentes pièces qui ont été caractérisées et les espaces qui les jouxtent. Ce sont dans les salles motrices et les chambres que l'on rencontre le plus rarement des homogénéités de teinte, de saturation et d'obscurité pour les sols et les murs avec les pièces en contact. Dans la plupart des cas les matériaux et les textures des murs et des plafonds sont homogènes entre les pièces que nous avons mesurées et celles qui leur sont directement mitoyennes. Enfin, pour les matériaux des sols il est possible de voir qu'ils sont très souvent homogènes entre les salles à manger et les pièces qui bordent ces espaces de repas.

Les changements de hauteurs

Pour les variables relatives aux hauteurs durant les parcours, nous mesurons le nombre de changement de hauteur de plafond et de variation au niveau du sol (escaliers, marches) ainsi que la hauteur maximum, minimum et la différence entre les deux. Dans environ 75% des cas le niveau du sol reste homogène. Lorsqu'il y a des changements ils sont au maximum de deux. Dans plus de la moitié des parcours il y a des changements de hauteur (le nombre de changement maximum étant de 4). La hauteur maximum pour ces deux parcours varie de 2,3m à 5,4m et la hauteur minimum de 2,2m à 3,2m. La hauteur minimum durant le parcours varie très peu d'un établissement à l'autre.

Les changements de couleurs et motifs

Dans les parcours étudiés l'utilisation de motif est rare (les motifs ne sont jamais répétitifs). Concernant les teintes nous avons mesuré :

- La *quantité de teintes, de saturations et d'obscurités* différentes utilisées durant le parcours,
- Le *nombre de zones de changement de teintes*.
- L'*obscurité maximum, minimum et la différence entre l'obscurité maximum et minimum*.
- La *saturation maximum, minimum et la différence entre elles*.
- La *nature des couleurs* utilisées (teinte : rouge, vert...).

Le Tableau 9 ci-dessous résume les principaux résultats concernant ces variables.

Tableau 9 : les couleurs dans les parcours

teinte	Obscurité	Saturation	Variation de couleurs durant les parcours
Sols	Une seule obscurité est utilisée dans plus de la moitié des cas (la quantité maximum étant de 5)	Une seule saturation est utilisée dans plus de la moitié des cas (la quantité maximum étant de 4)	Une seule teinte est utilisée dans plus de la moitié des cas (la quantité maximum étant de 5) Le plus souvent il n'y a pas de différence de traitement d'une zone à l'autre
Plafonds	Généralement très clairs Le blanc est très présent	Généralement les plafonds sont faiblement saturés	Rarement des changements de teintes
Murs	Toujours des teintes claires dans au moins une zone des parcours. Il peut y avoir beaucoup de variations au sein d'un même parcours.	Il peut y avoir beaucoup de variations au sein d'un même parcours.	Beaucoup de variations d'un établissement à l'autre. Une seule teinte dans moins de la moitié des cas.
Portes	Beaucoup de variations d'un établissement à l'autre et au sein d'un même établissement.	Beaucoup de variations d'un établissement à l'autre et au sein d'un même établissement.	Beaucoup de variations d'un établissement à l'autre et au sein d'un même établissement.

Les changements de matériaux

Les changements de matériaux durant les parcours ont été caractérisés en tenant compte de la *nature des matériaux* utilisés, de la *quantité de matériaux différents* et de la *quantité de zones de traitements différentes* (des matériaux différents pouvant être utilisés dans une même zone). L'étude de ces parcours a permis de dégager les conclusions suivantes :

- Les matériaux des portes sont toujours identiques (bois peint).
- La plupart des plafonds de ces parcours sont homogènes et on note peu de changement.
- Les matériaux les plus présents pour les sols sont dans l'ordre : le sol souple (environ 67%), le carrelage (environ 50%) et le parquet (environ 6%). Un seul type de matériaux est utilisé au sol dans environ 78% des parcours. Trois types de matériaux différents sont utilisés au maximum.
- Les matériaux les plus présents pour les murs sont dans l'ordre : la peinture avec de la toile de verre (environ 72,5%), la peinture sans toile de verre (environ 22%), le crépi

(environ 17,4%) et la tapisserie (environ 4,8%). Un seul type de matériaux est utilisé dans 69% des cas environ et on peut trouver au maximum quatre types de matériaux différents dans un même parcours.

On peut donc noter une grande similarité concernant les variables relatives aux matériaux pour ces deux parcours. Par ailleurs, il est également possible de souligner que la plupart des parcours ont **peu de changement de matériaux**. Il y a **le plus souvent des murs peints avec de la toile de verre, du sol souple ou du carrelage**.

IV.2.7 Circulations intra-hébergement

Les variables relatives aux circulations ne portent que sur la circulation de l'unité d'hébergement des résidents concernés.

Surface et typologie

Les circulations de la partie hébergement sont réparties sur deux niveaux dans 29% des cas. 38% peuvent être qualifiées de « linéaires », 52% de « ramifiées » (c'est-à-dire à plusieurs branches) et 10% « en boucle » (ininterrompues comme un anneau). Dans la plupart des unités d'hébergement, on ne trouve pas de murs de courbes.

Un peu moins de la moitié des circulations, sont confondues avec des pièces. Lorsque l'on rencontre ce type de superposition entre la circulation et une pièce, la surface commune est en moyenne 37m^2 (médiane : 26m^2 et écart type : $40,5\text{m}^2$) et peut aller jusqu'à 116m^2 . Le corpus présente des variations très importantes d'un établissement à l'autre concernant la surface totale de circulation dans l'hébergement (elle varie de $28,5\text{m}^2$ à 335m^2 écart type de 66m^2). À cette surface de circulation de l'hébergement peut s'adjoindre une surface de hall commun à toutes les unités où les résidents ont librement accès, cette surface varie de 0m^2 (pour 86% des établissements) à 169m^2 .

La hauteur maximum de la circulation varie de 2,3m à 5,45m et la hauteur minimum quant à elle ne varie presque pas (maximum : 2,57m, minimum : 2,2m, et écart type : 0,11m). La plupart des établissements ont des différences de hauteur dans les circulations.

Éclairage artificiel et naturel

Les données concernant la typologie de l'éclairage artificiel présentent de nombreuses valeurs manquantes ou peu fiables. Nous avons conservé uniquement celles relatives à la présence de tubes fluorescents : 48% des circulations possèdent ce type d'éclairage. Un peu moins de la moitié des circulations ont de la lumière sur détection. Dans 38% des circulations on trouve de l'éclairage en applique et dans 90% des luminaires au plafond. À peu près la moitié des circulations ont du vitrage zénithal, la surface de ce type de vitrage est en moyenne de $1,8\text{m}^2$. La majorité des circulations présentent de grandes différences d'éclairage d'une zone à l'autre.

Colorimétrie

La plupart des circulations n'ont pas de motifs. Toutes les circulations possèdent du blanc. Les plafonds des circulations de l'hébergement sont généralement clairs, faiblement saturés et présentent peu de différences de traitement d'une zone à l'autre. Les sols quant à eux possèdent des différences de teinte dans un peu moins de la moitié des circulations (43%) et utilisent très rarement plusieurs couleurs dans la même zone (5%). Le Tableau 10 illustre le traitement des couleurs des murs dans les circulations.

Tableau 10 : Couleurs des murs des circulations

teinte	Obscurité	Saturation	Variation de couleurs dans la même circulation
Murs	Toujours présence d'une couleur claire Variation relativement importante d'un établissement à l'autre et au sein d'une même circulation	Variation importante d'un établissement à l'autre et au sein d'une même circulation	Différence de traitement d'une zone à l'autre dans 43% des cas et utilisation de plusieurs couleurs sur un même mur dans 28% des cas

Matériaux

Le plus souvent les murs sont peints avec de la toile de verre (67%). Le deuxième matériau le plus fréquent est la peinture sans toile de verre (29%) et en troisième position les murs crépis (19%). On trouve plus rarement de la tapisserie (4,8%), du carrelage mural (9,5%), des parties boisées (9,5%), du béton apparent (5%) et du revêtement plastifié (5%). Le nombre de matériaux utilisés pour les murs dans la circulation de l'hébergement varie de 1 (pour 67% des établissements) à 4. Les matériaux les plus utilisés pour les revêtements de sol sont le sol souple (71%) et le carrelage (52%). Il y a exceptionnellement du parquet (9,5%) et du sol en béton brut (5%). Le nombre de matériaux différents utilisés varie de 1 (pour 76% des circulations) à 4.

Les circulations des parties hébergement sont le plus souvent **réparties sur un seul niveau**. On note régulièrement des différences de hauteur sous plafond dans les circulations. Dans la plupart des circulations du corpus on trouve des différences d'éclairage d'une zone à l'autre. Comme dans la plupart des pièces les plafonds présentent peu de variations de teintes, de saturations et d'obscurité et ils sont souvent clairs et faiblement saturés. Un peu moins de la moitié des circulations possèdent des différences de traitement au niveau des sols. L'obscurité et la saturation des murs présentent des variations dans une même circulation mais également au sein des différentes circulations entre elles. Les murs sont le plus souvent peints (avec ou sans toile de verre) et les sols sont en carrelage ou avec un revêtement de type sol souple.

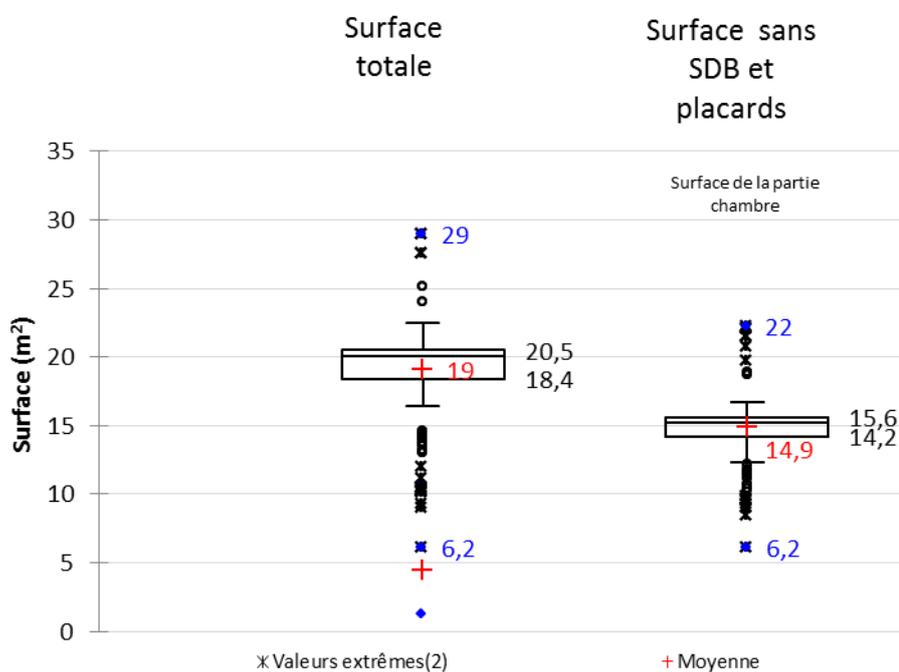
Contrairement au WC et salles de bains (que nous décrirons par la suite), **les circulations présentent beaucoup de variations au sein du corpus mais également des variations au sein d'une même circulation**. Il semblerait donc qu'un soin plus important soit apporté dans la conception de ces lieux.

IV .2.8 Chambres

Dimensions et morphologie

Presque toutes les chambres (96%) du corpus sont individuelles et peuvent être fermées soit par un système de clefs ou de badges (93%). La surface totale des chambres (qui comprend la surface des placards et des salles de bain lorsqu'il y en a) varie de 29m² à 6 m² (Figure 27). Il est possible de voir que 50% des chambres ont leur surface comprise dans un intervalle réduit allant de 18,4m² à 20,5m². La surface de la partie chambre proprement dite (c'est-à-dire sans la salle de bain et les placards) varie de 22m² à 6,2m² ; avec la moitié des chambres dont la surface est comprise entre 14,2m² et 15,6m² (Figure 27).

Figure 27 : Surface des chambres

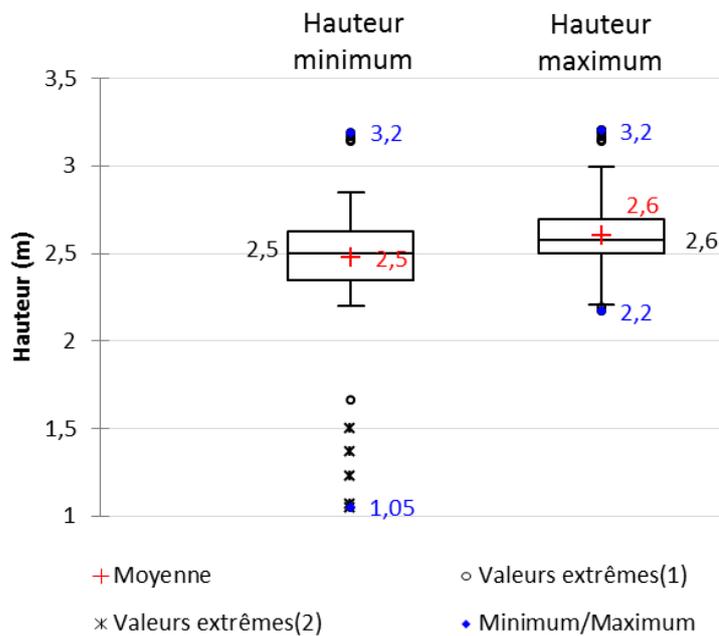


Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

La hauteur maximum varie de 3,2m à 2,2m et l'on peut voir (sur la Figure 28) que 50% des chambres ont leur hauteur maximum comprise entre 2,7m et 2,5m ce qui représente une variation très faible. La hauteur minimum quant à elle varie de 1,05m à 3,2m. Dans 69% des chambres il n'y a pas de différences de hauteurs et dans 10% le plafond a une partie ou est totalement en pente.

Aucune chambre du corpus n'a de murs courbes. L'étalement des chambres varie de 4 à 5,7 (valeur moyenne = 4,5, médiane = 4,5, E-T = 0,38). Le nombre d'angles rentrant dans la chambre varie de 4 à 9 et le nombre d'angles sortant varie de 0 à 5.

Figure 28 : Hauteur des chambres

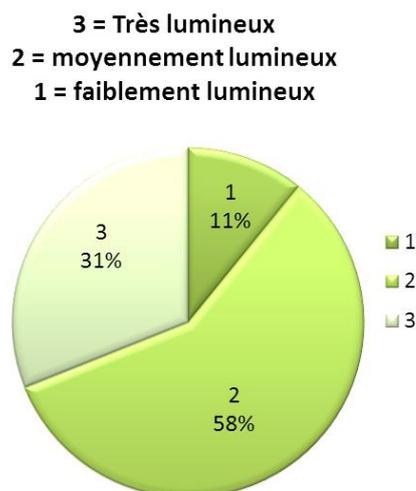


Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

Éclairage naturel

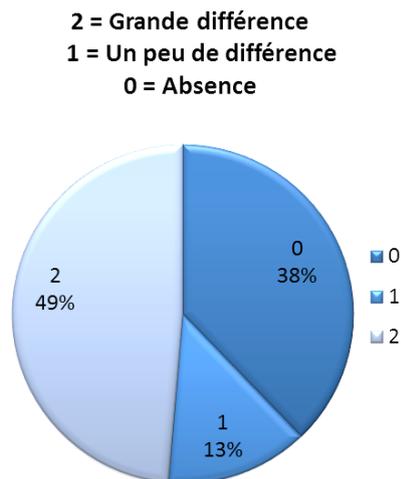
Un peu plus de la moitié des chambres (Figure 29), bénéficient d'un l'éclairage naturel moyennement lumineux. Dans la moitié des chambres du corpus il y a des grandes différences de lumière, d'un point à un autre de la pièce, 13% ont un peu de différence et 38% n'en ont pas du tout (Figure 30).

Figure 29 : Évaluation sensible de l'éclairage naturel des chambres



Source : illustration personnelle.

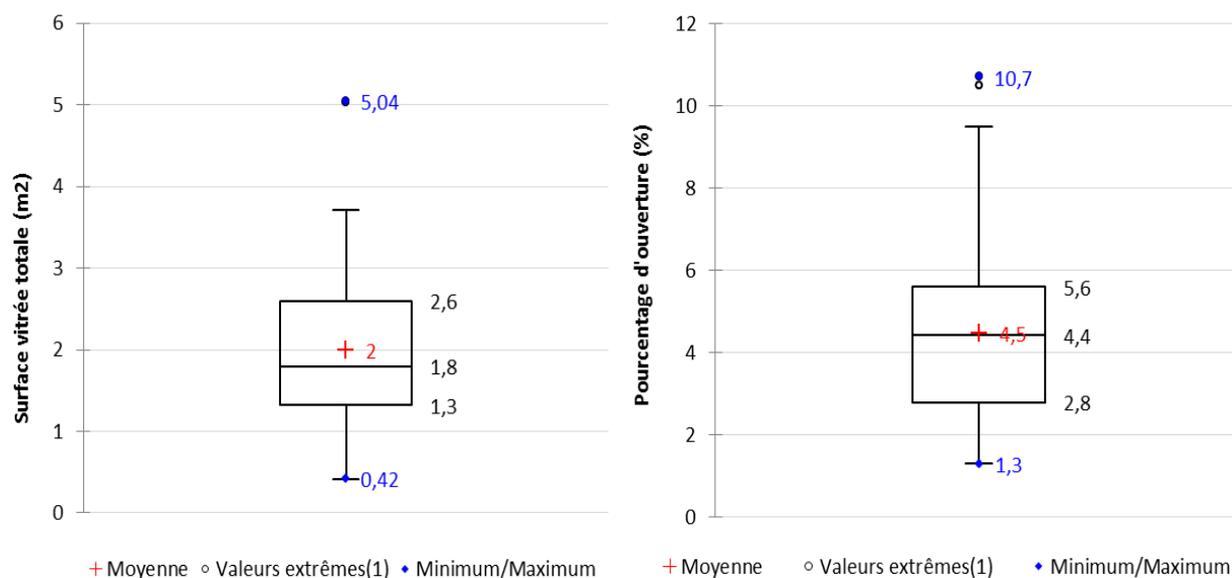
Figure 30 : La présence de différence de lumières entre les différents points.



Source : illustration personnelle.

La plupart des chambres sont mono – orientées (95%) ; c’est-à-dire qu’elles ont du vitrage dans une seule orientation (par exemple elles ont une ouverture seulement au sud ou au nord). Aucune de ces orientations ne semblent être plus fréquemment présentes. Concernant l’occultation de la lumière naturelle, la plupart des chambres n’ont pas de masques lointains (93%), et de contrôle fixe comme des avancés de toiture par exemple (70%) alors que la totalité ont un système de contrôle mobile (store électrique ou manuel). Concernant la position du vitrage, à peu près la moitié des chambres ont des vitrages jusqu’au sol. La quantité de vitrage (Figure 31) dans les chambres du corpus (*surface vitrée totale, pourcentage d’ouverture, surface vitrée par m³, surface vitrée par m²*) est très variable. Ainsi, la *surface vitrée totale* varie de 0,4m² à 5m² (Écart-Type de 0,9) et le *pourcentage d’ouverture* quant à lui varie 1,3% à 10,7%.

Figure 31 : La quantité d’éclairage naturel dans les chambres



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

Éclairage artificiel

L'éclairage artificiel, n'est jamais considéré comme étant très lumineux. Dans la moitié des chambres il est considéré comme moyennement lumineux et dans une autre moitié comme faiblement lumineux. Aucune des chambres n'a de système permettant un ajustement de l'éclairage de type variateur (alors que cet élément ressortait dans les pistes de réflexion du consensus), par contre la moitié des chambres ont des circuits autonomes permettant de n'éclairer que certains luminaires. Les résultats concernant la typologie d'éclairage sont difficilement interprétables car ils présentent de nombreuses données manquantes ou peu fiables. La grande majorité des chambres du corpus ont de l'éclairage artificiel au plafond (seulement 10,8% n'en ont pas) et la moitié environ possède de l'éclairage en applique (48%). 37% des chambres ont simultanément de l'éclairage en applique et au plafond.

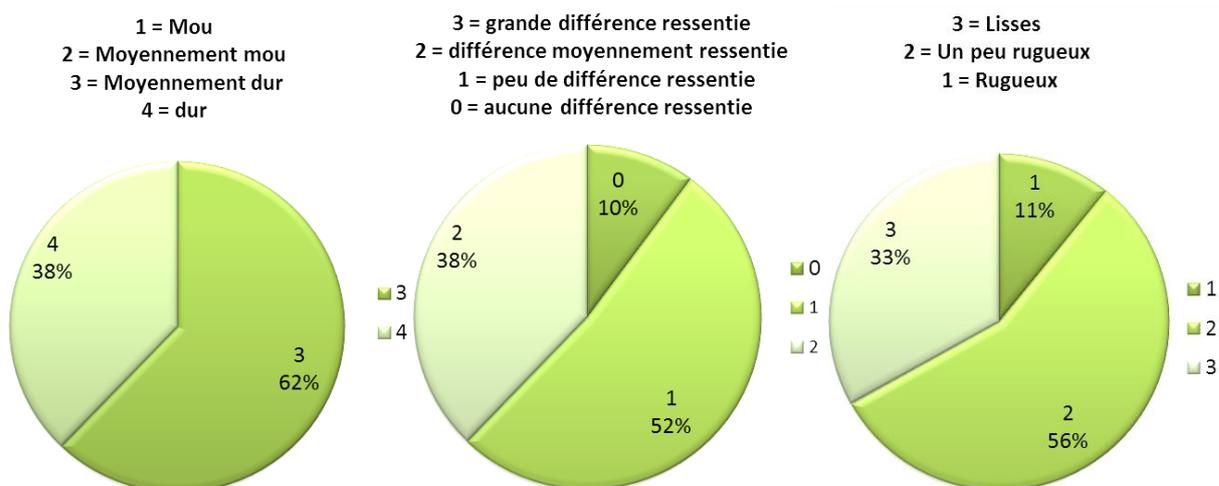
Colorimétrie

Les chambres ont toutes un sol monochrome. La variable relative à *l'obscurité* des sols indique que les sols sont plutôt clairs (moyenne 37,6%). La *saturation des sols* varie de 4,5% à 95% (moyenne 47%). Les plafonds qui sont soit gris, soit blancs, sont très clairs et faiblement saturés et présentent rarement des différences de teintes. Les chambres ont plutôt des murs clairs. La plupart des chambres (82%) ont une seule couleur dans la même zone sur les murs et 62,2% n'ont pas de différences de teintes d'une zone à l'autre. Une seule couleur est généralement utilisée sur la même porte. Dans 88% des chambres on trouve des de teintes entre la porte d'entrée et le mur adjacent. On ne relève jamais de motifs au sol, au plafond et très rarement sur les murs et les portes.

Matériaux

10% des chambres seulement présentent des différences de matériaux et de textures d'une zone à l'autre. La Figure 32 illustre la texture, la température ressentie et la dureté des murs.

Figure 32 : Les matériaux des murs des chambres.



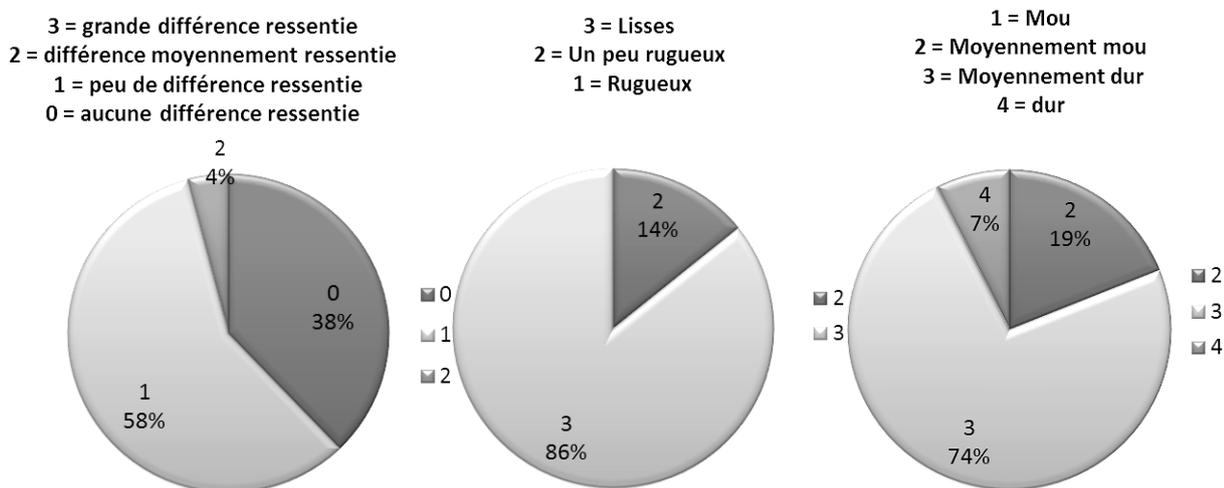
Source : illustration personnelle.

Les matériaux utilisés pour les murs sont :

- des murs peints avec de la toile de verre (dans 49% des chambres);
- des murs peints sans toile de verre (dans 27% des chambres);
- de la tapisserie (dans 15,5% des chambres);
- des murs crépis ou en pierre (dans 12% des chambres);
- des revêtements plastifiés (dans 5% des chambres);

On retrouve trois types de matériaux possibles pour les sols : du sol souple (93%), du carrelage (4%) ou du parquet (3%). Sur les 148 chambres, une seule présente au niveau des sols et des portes des différences de matériaux et de textures au sein de la chambre. Les sols des chambres sont la plupart du temps lisses, moyennement durs et présentent peu ou aucune différence de température (Figure 33). Dans 17% des chambres on note des différences de matériaux d'une zone à l'autre pour les plafonds.

Figure 33 : Les matériaux des sols des chambres.



Source : illustration personnelle.

Thermique

À peu près la moitié des chambres du corpus possède un système de chauffage par convecteur mural, les autres ont toutes du chauffage au sol. La plupart des chambres n'ont pas de système de climatisation (92%). Dans 59,5% des chambres il est possible d'accéder à la régulation des radiateurs. Quand les résidents ont accès à cette régulation ils ne semblent généralement pas l'utiliser (seulement 13% semblent s'en servir réellement). 12% des chambres (pour lesquelles nous avons eu la réponse) n'ont pas de système autonome permettant une régulation thermique indépendamment des autres pièces.

Ainsi, la plupart des chambres sont **individuelles**. Même si 50% des chambres ont leur surface comprise dans un intervalle réduit, le corpus présente tout de même de la **variation**.

On note **peu de différences de hauteurs** entre les chambres du corpus entre elles et également au sein d'une même chambre.

Les chambres présentent **relativement de grandes variations** en ce qui concerne **la quantité de vitrage dans la pièce** (*surface vitrée, pourcentage...*). Par contre on trouve **rarement plusieurs orientations** au sein de la même chambre.

Au sein d'une même chambre, *la teinte, l'obscurité et la saturation* des sols et des plafonds sont **généralement homogènes**. D'autre part les teintes des plafonds ne varient pratiquement pas d'un établissement à l'autre. Les murs des chambres sont plutôt clairs. La présence de motif est rare.

On ne rencontre **pratiquement jamais de différence de matériaux, de textures, de température ressentie et de reliefs pour les sols** et les portes au sein d'une même chambre. Les **matériaux des sols sont assez homogènes au sein du corpus** (presque toutes les chambres ont du sol souple). Les matériaux des murs quant à eux présentent **peu de variations au sein d'une même pièce mais beaucoup entre les différents spécimens du corpus**.

Les chambres ont soit du chauffage au sol, soit des convecteurs muraux et les résidents, même quand ils en ont la possibilité, **n'accèdent globalement pas à la régulation thermique** des radiateurs. Toutes les chambres pratiquement possèdent des systèmes autonomes.

Les chambres, sont parmi les pièces que nous avons caractérisées certainement **celles où il y a le moins de variations d'un établissement à l'autre** et au sein d'un même établissement. L'architecture de ces dernières pourrait **rappeler « une architecture et un aménagement » proche du modèle hospitalier** ou des établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes et ce en particulier dans les établissements les plus récents du corpus et dans ceux qui ont été conçus spécifiquement pour accueillir des personnes atteints de troubles autistiques où il semble y avoir « une typologie » « une chambre type » qui est répétée.

IV.2.9 WC

Nous avons retenu le sanitaire le plus fréquenté par chaque résident (il peut donc s'agir du même sanitaire pour plusieurs résidents). 70% des sanitaires étudiés sont des sanitaires individuels, 68% sont intégrés dans la salle de bain de la chambre du ou des résidents concernés et 5% sont intégrés dans la chambre mais séparés de la salle de bain. La surface du WC le plus utilisé par chaque résident varie de 0,9m² à 7,1m² (la valeur moyenne étant de 3,5m²). La hauteur maximum des WC varie de 2 à 3,2m et la hauteur minimum varie de 1,65m à 3,15m. Il y a peu de variations de hauteur entre les différents WC du corpus et au sein d'un même WC.

Variables relatives à l'éclairage

Seulement 13% des sanitaires ont de l'éclairage naturel. Concernant l'éclairage artificiel 11% ont de l'éclairage sur cellule. La quantité d'éclairage au plafond varie de 0 (pour 29% des WC) à 4 (pour 1% des WC) et celle au mur de 0 (pour 45% des WC) à 1 (pour 56% des WC). 19% des WC sont très lumineux, 60% le sont moyennement et 20% le sont faiblement.

Colorimétrie

On ne trouve jamais de différence de *saturation*, de *teinte* et de *obscurité* pour le sol au sein d'un même WC. Les sols des WC ne sont jamais très foncés. La *saturation* des sols varie de 4,5% (cette valeur correspond à la moins saturée possible : du gris) à 95% (la plus saturée). Les portes et les plafonds sont unicolores. 79% des WC ont une différence de traitement entre la porte et le mur qui lui est directement adjacent. Les variables relatives à la *saturation* et à *obscurité* des portes des sanitaires présentent beaucoup de variations entre les différents spécimens du corpus. Seulement 12% des sanitaires du corpus ont des différences de traitement d'une zone à l'autre pour les murs et 23% ont plusieurs couleurs dans le même mur. La variable « *obscurité maximum* » des murs varie de 5% (pour 22 WC qui n'ont donc que du blanc sur les murs) à 65% ; la variable « *obscurité minimum* » varie de 5% (pour 69 WC on relève la présence du blanc au moins dans un endroit de la pièce) à 35%. Les *saturation maximum et minimum* varient de 0% à 95%. On ne trouve jamais de motifs sur les portes ni au sol. Quand il y a des motifs ils sont sur les murs et cela reste assez rare.

Matériaux

Le matériau de sol le plus souvent utilisé dans les WC du corpus est du sol souple (dans 79% des cas) les autres sanitaires ont tous du carrelage. La majorité des sols des sanitaires sont rugueux ou un peu rugueux, les sols sont rarement lisses. Il n'y a jamais de tapisserie dans les sanitaires et le plus souvent les revêtements muraux sont plastifiés (71,6% des cas). On trouve également du carrelage mural, des murs peints avec de la toile de verre et des murs peints sans toile de verre. La plupart des sanitaires ont des murs lisses et seulement 4% présentent des différences de textures. Un peu plus de la moitié des sanitaires du corpus n'a pas de tuyauterie apparente et a des chasses d'eau encastrées.

On trouve des sanitaires intégrés dans les chambres dans les trois quarts des cas. Il y a globalement peu de variations de hauteur entre les différents WC du corpus mais également au sein d'un même sanitaire. Généralement il y a peu d'éclairage naturel et peu d'éclairage artificiel sur cellule. *La teinte, l'obscurité, la saturation* et les matériaux des sols et des plafonds sont homogènes dans l'ensemble de la pièce. Les sols et plafonds sont généralement plutôt clairs. Les murs le plus souvent n'ont pas de différences de teintes, et nous trouvons rarement des motifs. Les matériaux les plus utilisés sont le sol souple et les revêtements plastifiés pour les murs.

Comme nous avons pu le constater pour les chambres, les WC présentent très peu de variations d'un établissement à l'autre. Les matériaux utilisés notamment rappellent nettement l'architecture « typique » des établissements médico-sociaux.

IV.2.10 Salles de Bain

Nous mesurons pour chaque résident la salle de bain qu'il fréquente le plus (il peut donc s'agir de la même salle de bain pour plusieurs résidents). Sur les 148 résidents évalués, 45 (30%) utilisent le plus fréquemment une salle de bain collective. Le nombre de personnes par salle de bain varie donc de 1 à 5. 83% des résidents ont une salle de bain constituée d'une douche et d'un lavabo dans leur chambre ; 11,5% ont seulement un point d'eau dans leur chambre et 5% n'ont ni point d'eau ni salle de bain dans leur chambre.

Variables dimension

La surface des salles de bain varie de 1,6m² à 8,5m² (la surface moyenne est de 4,3m²). La hauteur maximum varie de 2m à 3,2m et la hauteur minimum de 1,26m à 3,18m. On note peu de variation d'une salle de bain à l'autre et également peu de différence de hauteur dans une même salle de bain.

Éclairage naturel et artificiel

70% des salles de bain n'ont pas d'éclairage naturel. Concernant l'éclairage artificiel, 24% sont très lumineuses, 55% le sont moyennement et 21% le sont faiblement. La plupart ne possèdent pas d'éclairage sur cellule. On trouve plus d'éclairage au plafond que sur les murs, 41% ayant à la fois de l'éclairage au mur et au plafond.

Colorimétrie

On note rarement la présence de différence de *teinte*, *saturation* et d'*obscurité* au niveau des sols. La *teinte*, la *saturation* et l'*obscurité* du plafond sont toujours homogènes et 94% des salles de bain ont un plafond blanc.

La quasi-totalité des salles de bains (98%) ont sur les portes une seule couleur et n'ont pas de différences de traitement d'une zone à l'autre. 81% des portes sont traitées avec une autre couleur que le mur qui leur est adjacent. L'*obscurité* et la *saturation* des portes présentent beaucoup de variations au sein des différents spécimens du corpus.

Les murs sont plutôt clairs (*l'obscurité maximum* varie de 5% à 45% et *l'obscurité minimum* de 0% à 35%). La *saturation* des murs maximum et minimum varie de 0% à 95%. 88,5% des salles de bain n'ont pas de différence de traitement d'une zone à l'autre sur les murs et 81,1% comportent une seule couleur sur le même mur. Il y a très peu de motifs dans les salles de bains.

Matériaux

Il n'y a jamais de tapisserie dans les salles de bain. Presque toutes (92%) ont des revêtements plastifiés sur les murs. Il peut y avoir également des murs peints avec (11%) ou sans toile de verre (10%) ainsi que du carrelage mural (8%). Les murs sont presque toujours lisses (96%); les 4% restants étant un peu rugueux mais jamais totalement rugueux. La grande majorité des sols sont souples (91%) ; les autres sont carrelés. Les sols sont généralement rugueux, ou un

peu rugueux, rarement lisses. Il est rare de trouver plusieurs textures différentes sur un même sol. Parmi les salles de bain 63% n'ont pas de tuyauterie apparente.

Un faible nombre de résidents n'ont pas accès dans leur chambre à une salle de bain ou au moins à un point d'eau. Comme c'est le cas dans les WC, les salles de bains **présentent peu de variation de hauteur** d'une salle de bain à l'autre et au sein d'une même pièce. Plus de la moitié des salles de bains ne possèdent pas d'éclairage naturel. Il n'y a presque jamais d'éclairage artificiel sur cellule. Les sols et les murs ont **rarement des différences de traitement d'une zone à l'autre ni l'utilisation de plusieurs couleurs**. Les plafonds sont toujours identiques dans une même pièce et ils présentent très peu de variations au sein du corpus. On ne trouve généralement **pas de motifs** dans les salles de bain. Comme dans les sanitaires, les revêtements de sols sont pratiquement tous le temps du sol souple et les revêtements muraux des revêtements plastifiés.

Les salles de bains de notre corpus présentent très peu de variations d'un établissement à l'autre. Les matériaux utilisés rappellent nettement l'architecture « typique » des établissements médico-sociaux.

IV.2.11 Salons, salles à manger, salles d'activités motrices et salles d'activités manuelles

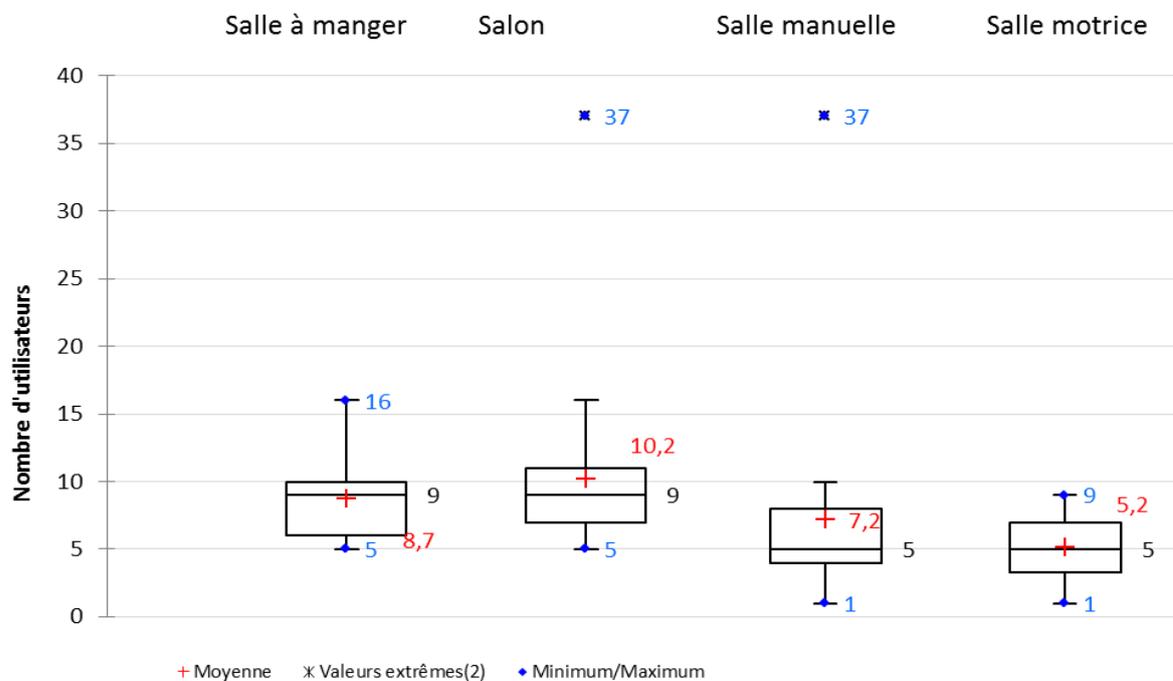
Nous avons choisi de regrouper les salons, les salles à manger et les salles d'activités motrices et manuelles dans un même ensemble pour plusieurs raisons :

- D'une part, pour analyser si des ressemblances et des dissemblances architecturales émergent entre ces différents espaces afin de pouvoir, lors de l'analyse croisée avec les variables cliniques, éventuellement rattacher les caractéristiques architecturales de ces espaces à la présence accentuée de certains troubles dans ces lieux. Si une quantité de vitrages importante est un facteur aggravant les troubles des interactions sociales par exemple, et que les salles à manger s'avèrent être les pièces les plus vitrées, alors il serait cohérent d'observer plus de troubles dans ces pièces.
- D'autre part, ces quatre pièces font l'objet d'un recueil de données identiques entre elles et plus détaillées que dans les autres pièces (avec l'ajout des mesures acoustiques notamment). Nous avons en effet plus de variables architecturales car ces lieux sont plus complexes, ils présentent plus de variations et sont de fait plus difficile à caractériser. On peut également émettre l'hypothèse que ces quatre pièces toutes fréquentées durant le « temps éveillé des résidents » pourraient avoir un impact plus important sur l'état clinique que les espaces destinés à dormir par exemple.

Le nombre d'utilisateurs et la forme d'utilisation des pièces

La Figure 34 décrit les variations d'un établissement à l'autre du nombre d'utilisateurs simultanés pour chaque pièce. On note une présence moins importante d'utilisateurs simultanés dans les salles d'activités que dans les salons et les salles à manger.

Figure 34 : Nombre maximum d'utilisateurs



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

Parmi les 21 salles à manger, 12 ont un lieu de préparation de repas accessible aux résidents sous contrôle d'une tierce personne (pièce séparée et fermée), 8 en ont un accessible librement aux résidents (zone incluse dans la pièce sans séparation) et dans une salle à manger la préparation du repas n'est pas faite sur place. 33% des salles à manger et des salons ont un « rôle distributif » (c'est-à-dire que la pièce dessert d'autres espaces) et ne sont pas des pièces clairement définies alors que 20% des salles d'activités manuelles et 10% des salles d'activités motrices ont un « rôle distributif ».

38% des salles à manger du corpus ne sont pas utilisées librement par les résidents et 33,3% sont utilisées uniquement pour les repas ou pour des activités de type cuisine pédagogique. D'une manière générale les salons sont utilisés librement par les résidents (un seul salon du corpus ne l'est pas). Les salles d'activités manuelles, à l'inverse des salons, sont généralement (dans 85% des cas) utilisées de manière réglementée. Dans 70% des cas ces salles sont dédiées à une seule activité encadrée (activité manuelle ou apprentissage) et dans les autres cas elles servent également à d'autres fonctions (bureau du personnel, repas, salon...). Toutes les salles motrices sont utilisées de manière réglementée. Dans 45% des cas ces pièces sont utilisées pour des activités motrices et d'autres activités et dans 55% des cas ces pièces sont dédiées exclusivement aux activités encadrées de type motrice (motrice, balnéothérapie, cirque adapté...).

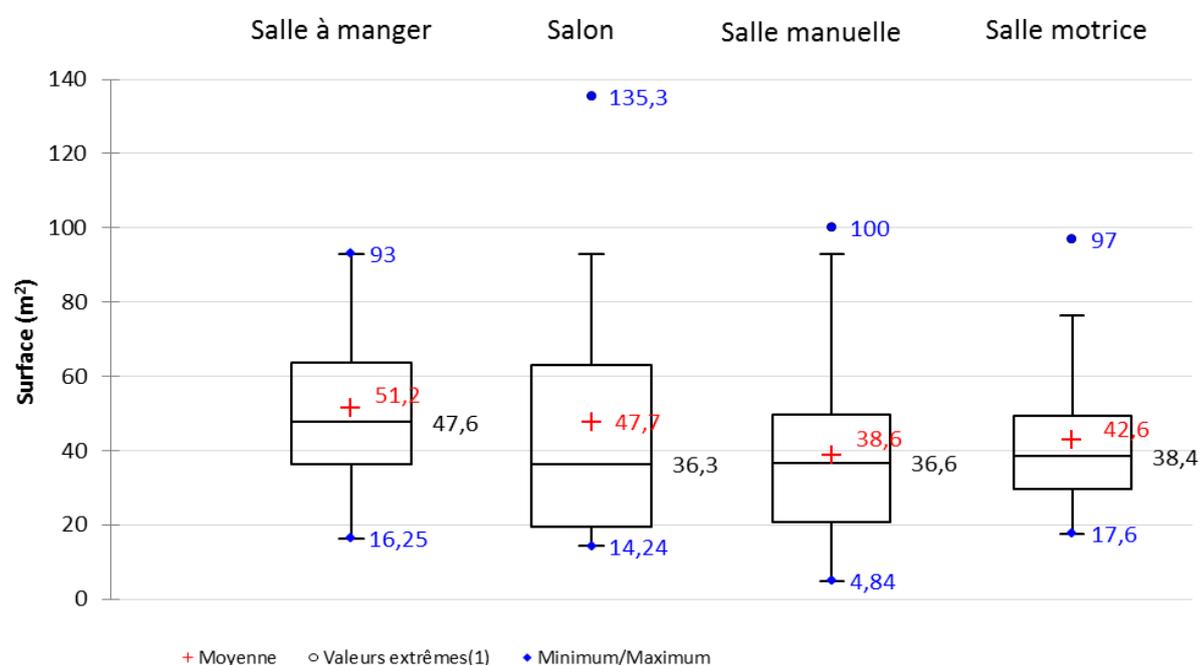
On peut donc constater que les **salles d'activités sont plus souvent utilisées de manière réglementée** que les salons et les salles à manger et on trouve **généralement moins d'utilisateurs** simultanés dans les salles d'activités que dans le salon ou la salle à manger. Les salles d'activités sont plus souvent **dédiées à des activités spécifiques**.

Dimensions

Pour ce qui concerne les variables relatives aux dimensions des salles à manger, salons et salles d'activités manuelles et motrices nous avons mesuré : *la surface, le volume, le périmètre de la pièce, la compacité de la pièce, l'étalement de la pièce, la surface de la pièce par résident, les hauteurs maximum, minimum et la différence entre la hauteur maximum et minimum de la pièce*. Nous ne détaillerons pas l'intégralité des résultats de ces mesures ; mais nous présenterons les principaux résultats et des graphiques pour ces quatre pièces. Nous tâcherons également de faire émerger les différences et ressemblances entre ces pièces.

Les surfaces des salons présentent plus de variations que dans les trois autres pièces (ce que l'on peut voir sur la Figure 35 et qui est confirmé par la valeur de l'écart-type qui est plus élevé que dans les trois autres pièces). Globalement les surfaces des salles d'activités motrices sont plus homogènes (la valeur de l'écart type est plus faible pour cette pièce). On peut noter que les salles à manger sont les pièces qui sont globalement les plus grandes.

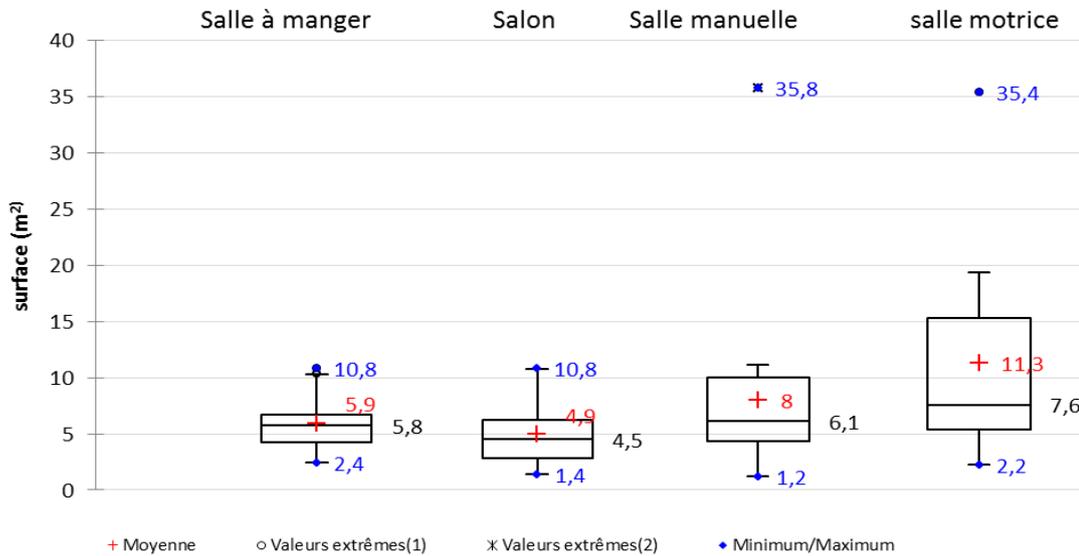
Figure 35 : Surface des pièces



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

Les salles d'activités, présentent plus de surface par résidents (en particulier dans la salle d'activité motrice - Figure 36). On note également moins de variations de surface par résidents entre les différents salons ou salles à manger entre eux qu'entre les salles d'activités motrices ou manuelles entre elles (écart type de 7,3 pour les salles d'activités manuelles, de 8 pour les salles d'activités motrices, de 2,7 pour les salons et de 2,3 pour les salles à manger).

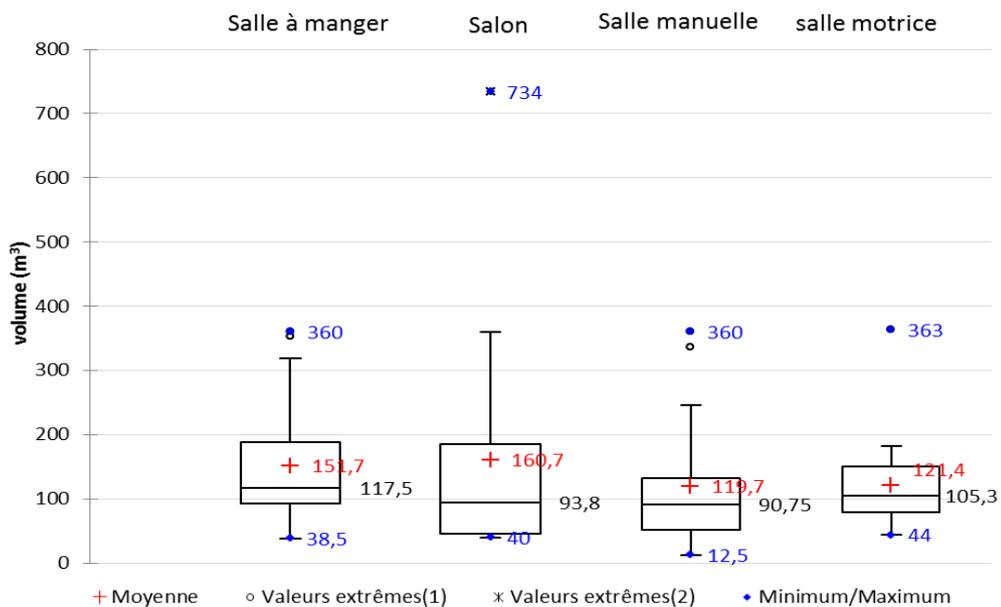
Figure 36 : Surface de la pièce par résident



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

La Figure 37 montre que les volumes des pièces varient beaucoup. C'est respectivement dans le salon et la salle d'activité motrice que l'écart type est le plus et le moins important. On peut également voir que dans la salle « manuelle » le volume minimum est très faible ($12,49\text{m}^3$) et qu'à l'inverse le volume maximum dans les salons est très élevé (734m^3).

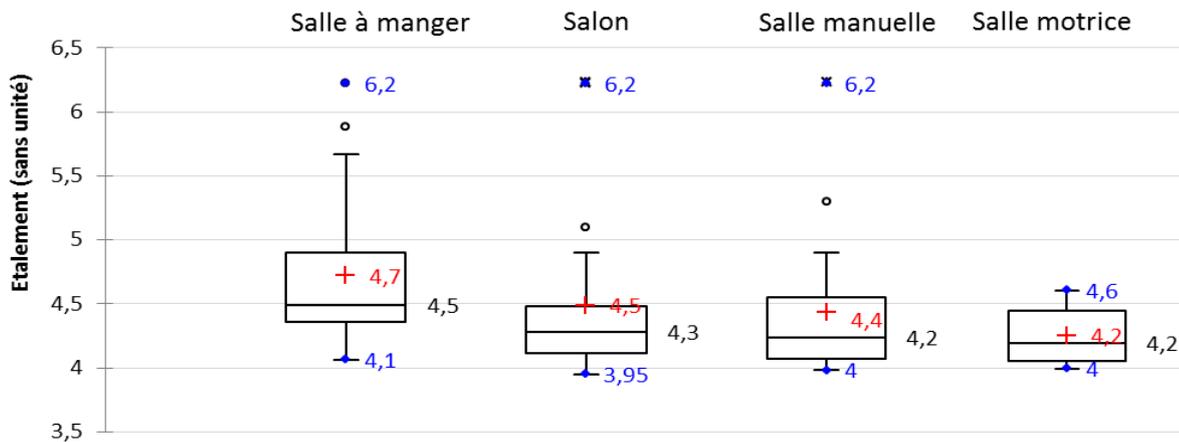
Figure 37 : Volume



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

C'est dans les salles à manger qu'il y a le plus de variations au niveau de l'étalement (Figure 38). Les salles « motrices » sont les pièces les moins étalées (pour mémoire: si le rapport est égal à 4 il s'agit d'un carré et plus il augmente et plus la pièce peut être considérée comme étalée.²³⁵) A l'inverse, les salles à manger sont les pièces les plus étalées. Dans un salon l'étalement est inférieur à 4 car la pièce présente des angles coupés.

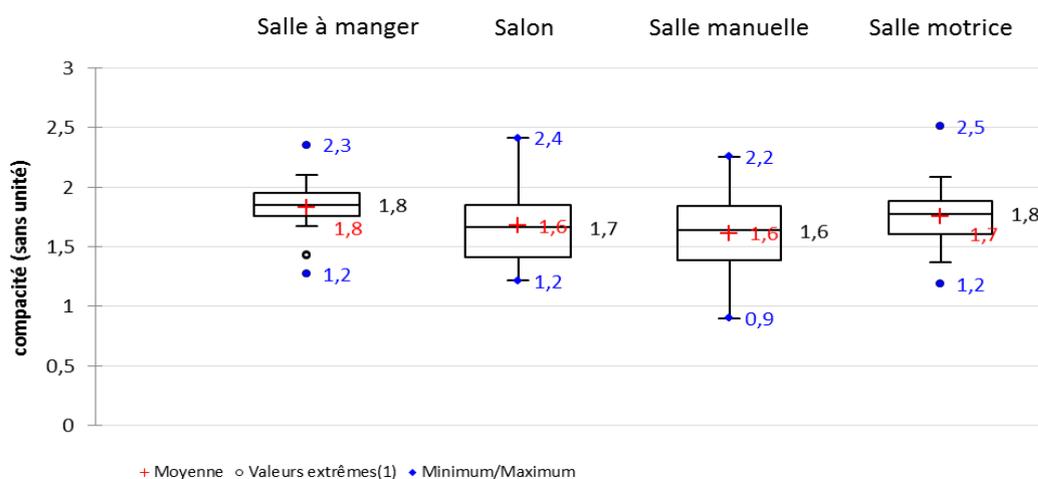
Figure 38 : Étalement des pièces



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

Plus la compacité est élevée, et plus la pièce est tassée (un cube présente une valeur de 1²³⁶). Il semblerait que l'on trouve moins de variation de compacité (Figure 39) dans les salles à manger et dans les salles d'activités motrices que dans les salons et les salles d'activités manuelles (la variation étant très importante dans cette pièce). Lorsque le rapport est supérieur à 1, cela signifie que globalement la surface de la pièce est importante par rapport à sa hauteur. Il semble donc, si l'on regarde ces valeurs que ces pièces sont de dimensions plutôt classiques, avec une hauteur relativement faible comparativement à la surface.

Figure 39 : Compacité



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

²³⁵ Pour la définition de la variable relative à l'étalement nous invitons le lecteur à se référer à la Figure 7, p. 75.

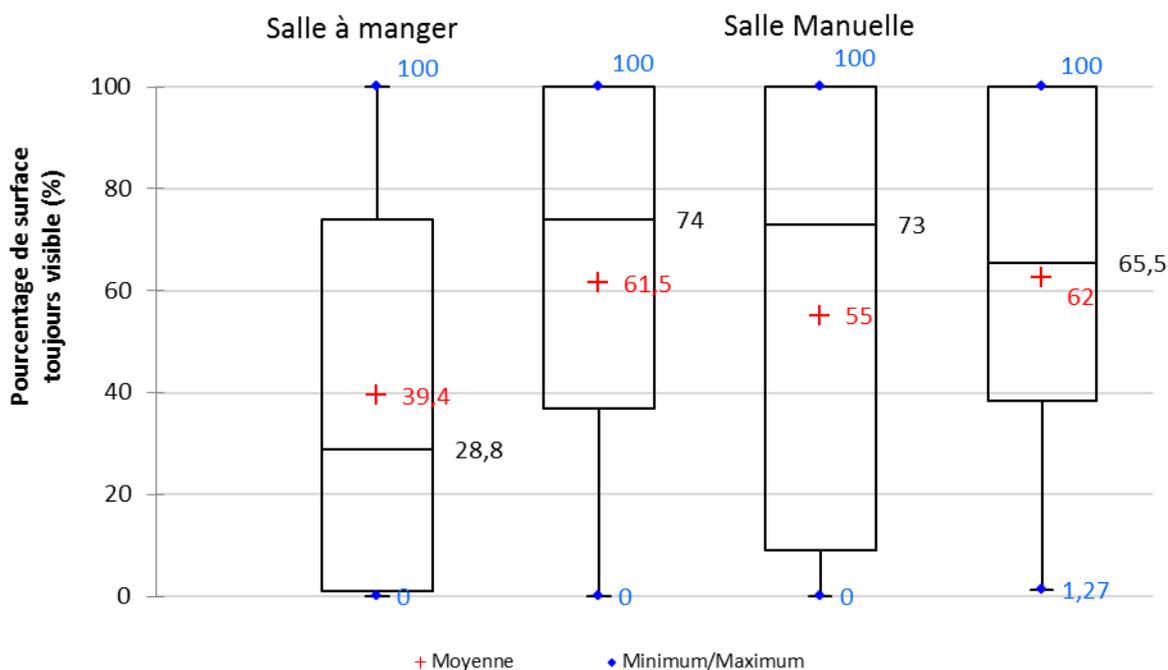
²³⁶ Le lecteur peut se référer à la définition de la compacité, Figure 8, p.74.

Perméabilité

On ne trouve jamais de cloisons amovibles dans les salons et les salles à manger, et très rarement dans les salles d'activités. Dans ces quatre pièces, on note rarement la présence de murs courbes. Globalement les salles à manger sont les pièces les moins perméables²³⁷ c'est-à-dire les pièces où le sentiment de contrôle sur son environnement est le moins important (Figure 41). On peut également voir que les salles d'activités manuelles présentent plus de variations au niveau de la surface restant toujours visible depuis chaque angle. La Figure 42, montre que ce sont dans les salles à manger et dans les salles d'activités manuelles que la présence d'angles d'où la pièce reste intégralement visible est la moins fréquente venant confirmer que les salles à manger sont des pièces plutôt imperméables (dans lesquelles le sentiment de contrôle sur son environnement est faible).

La perméabilité des pièces a également été appréciée au regard de la quantité et la dimension des zones qui ne sont pas visibles depuis l'entrée ou les entrées dans la pièce (*quantité et surface de cachette*). Ce sont les salles à manger qui présentent le plus de zones et de surfaces de cachette. On trouve beaucoup de variations dans les salles d'activités manuelles. Par contre on note peu de cachettes depuis l'entrée dans les salons et surtout dans les salles d'activités motrices. Les salles d'activités motrices présentent (Figure 43), moins d'angles rentrants et sortants que les autres pièces. Il existe beaucoup de variations au sein du corpus pour les salles d'activités manuelles.

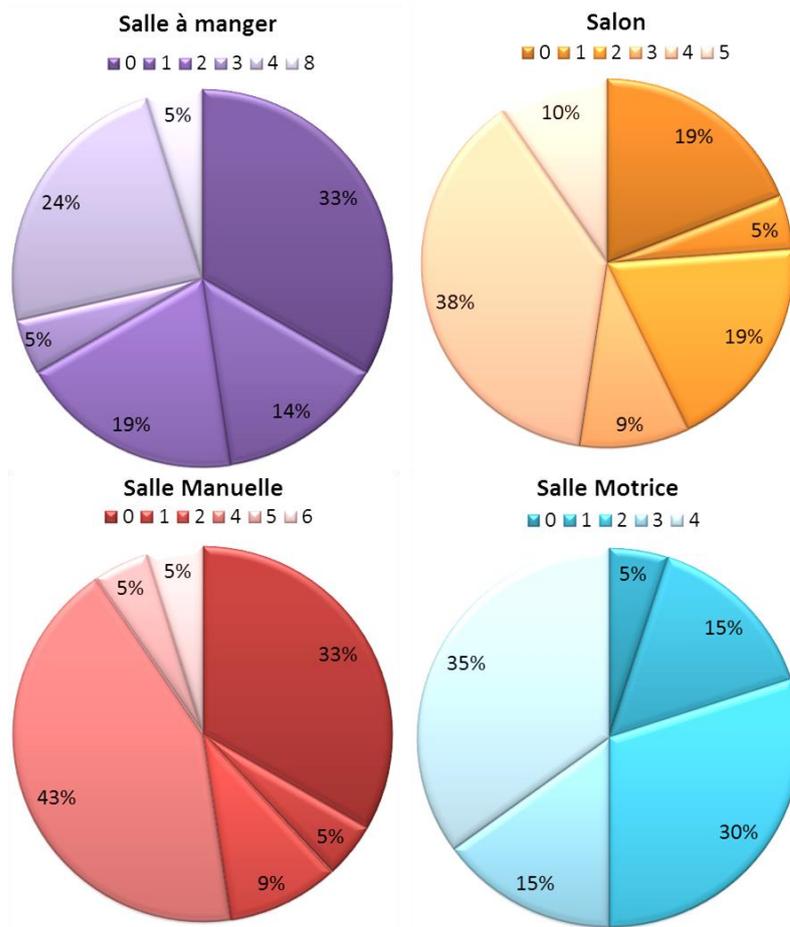
Figure 41 : Pourcentage de surface toujours visible



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

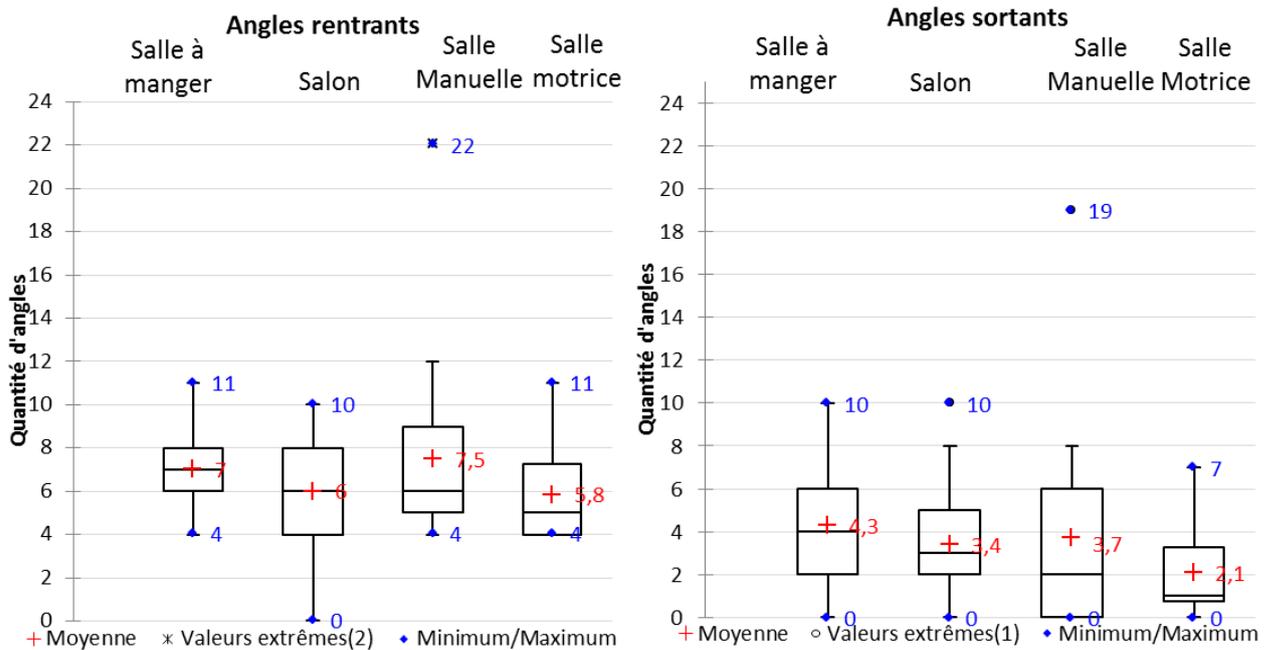
²³⁷ Pour la définition des variables relatives à la *perméabilité de la pièce* et à la *perméabilité avec les pièces en contact*, nous invitons le lecteur à se référer aux Figure 10 et Figure 11, pp. 80-79Figure 7.

Figure 42 : Nombre d'angles d'où la pièce reste intégralement visible



Source : illustration personnelle.

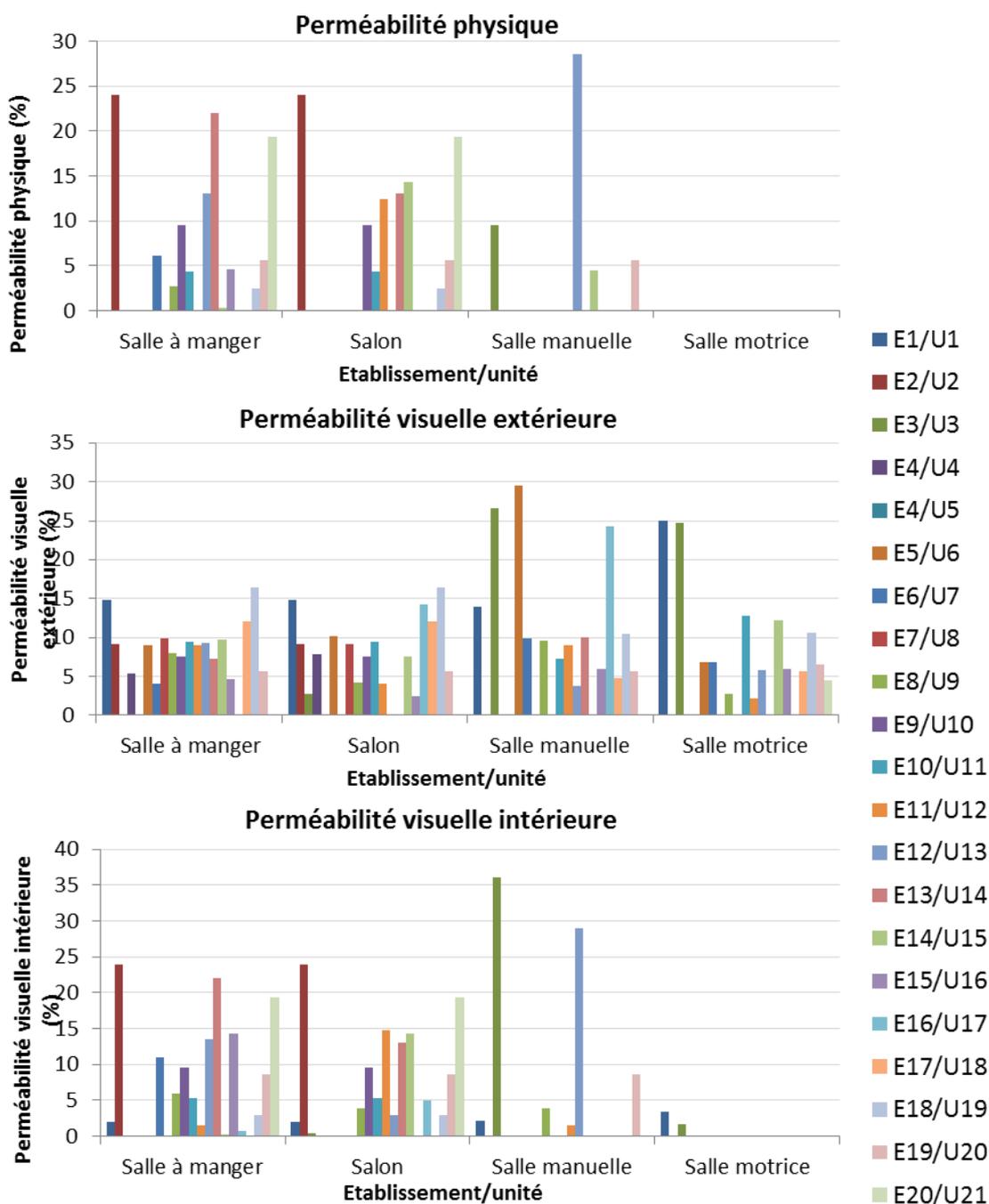
Figure 43 : Nombre d'angles dans la pièce



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

Concernant la perméabilité avec les pièces en contact (Figure 44), il ressort que les salles d'activités sont globalement moins perméables physiquement et visuellement (c'est-à-dire qu'elles ont moins de zones de contact avec d'autres pièces) que les salons ou les salles à manger. Pour la perméabilité visuelle avec l'extérieur (c'est-à-dire les zones de vitrage permettant de surveiller et d'être surveillé depuis l'extérieur de la pièce) les salles d'activités présentent plus de variation que dans les salons ou les salles à manger. Par ailleurs, on note plus d'accès sur l'extérieur dans les salles à manger que dans les autres pièces. Le nombre d'accès intérieurs utilisables par le personnel et par les résidents est plus important dans les salles à manger et les salons que dans les salles d'activités.

Figure 44 : Perméabilité avec les pièces en contact

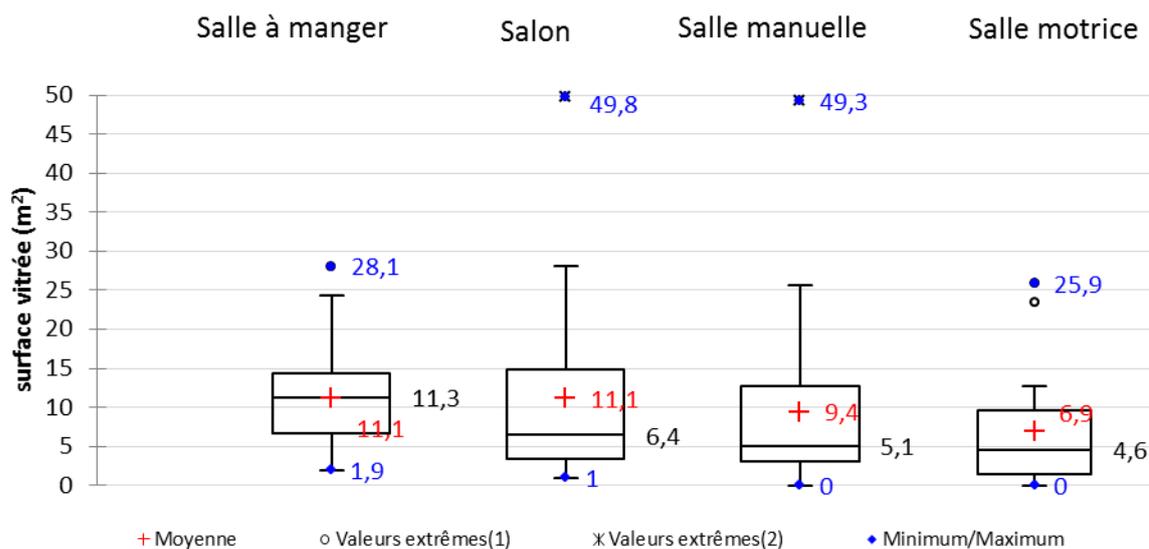


Source : illustration personnelle.

Quantité d'éclairage naturel

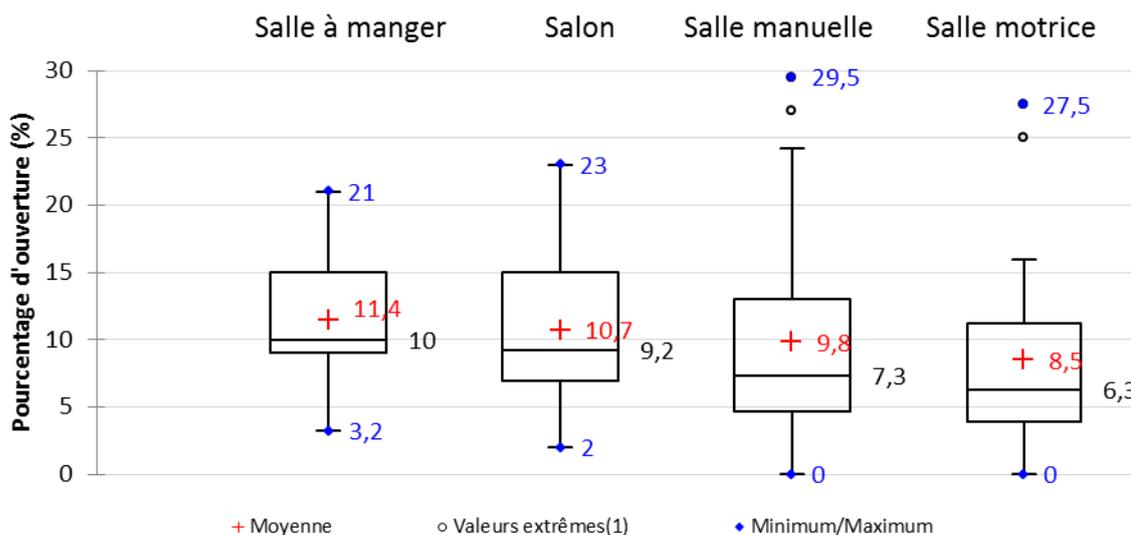
La surface vitrée totale et le pourcentage de surface vitrée (Figure 45 - Figure 46) dans la pièce sont globalement moins importants dans les salles d'activités motrices. Les deux pièces où il semble y avoir le plus de variation au niveau de la quantité d'éclairage naturel sont le salon et les salles d'activités manuelles (c'est dans ces deux pièces d'ailleurs que l'on trouve les surfaces vitrées maximum). Il apparaît également que les salles à manger et les salons sont les pièces dans lesquelles la quantité d'éclairage naturel est la plus importante (les valeurs de la moyenne et de la médiane sont plus élevées dans ces pièces).

Figure 45 : Surface vitrée totale



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

Figure 46 : Pourcentage d'ouverture



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

Les salles d'activités manuelles, les salles à manger et les salons ont été jugés très lumineux dans 38% des cas (Figure 47). Les salles manuelles sont jugées le plus fréquemment très lumineuses et les salles motrices faiblement lumineuses. Les salles à manger, les salons et salles « manuelles » présentent de grandes différences de lumière dans la pièce (Figure 48).

Figure 47 : Évaluation experte éclairage naturel

3 =très lumineux, 2 =moyennement lumineux, 1 =faiblement lumineux, 0=absence d'éclairage naturel

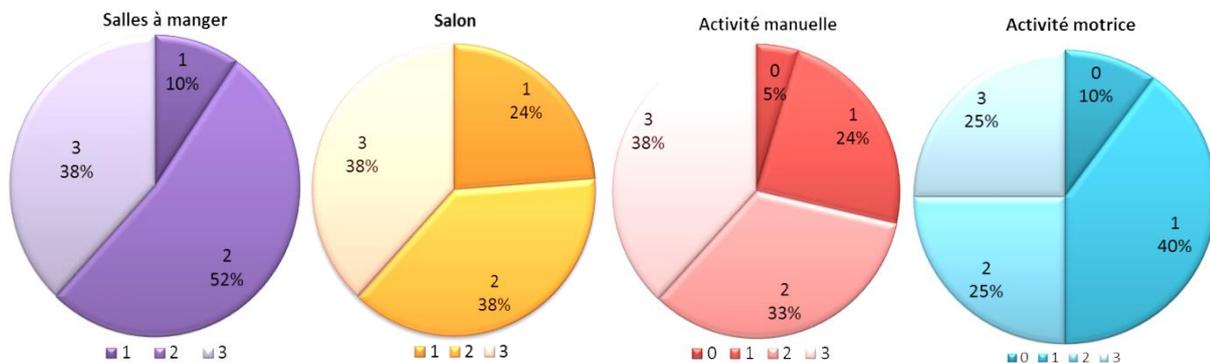
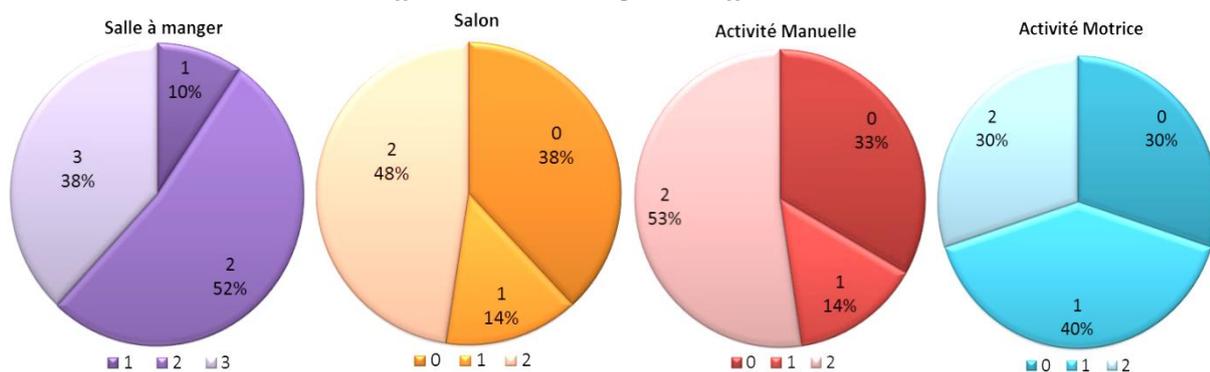


Figure 48 : Présence de différences de lumières entre zones

(2 = Grandes différences ; 1 = Un peu de différences ; 0 = Absence)

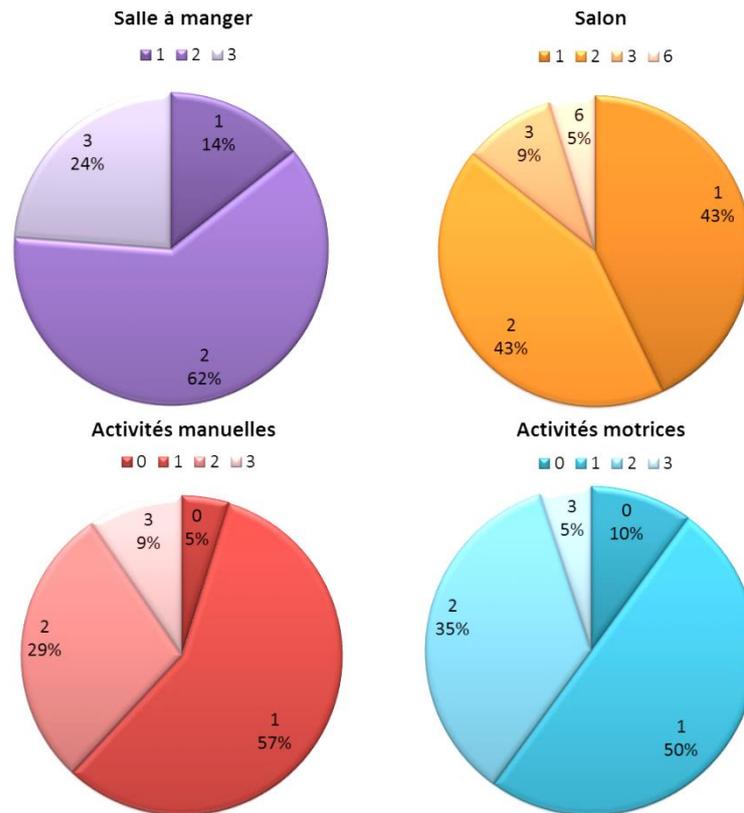


Source : illustration personnelle.

Surface et nombre d'orientations

Les salles à manger et les salons ont plus de façades différentes vitrées que les salles d'activités (Figure 49). Les salles d'activités manuelles et motrices ne possèdent parfois pas d'éclairage naturel (dans 5% des cas pour les salles manuelles et dans 10% des cas pour les salles motrices). Les salles à manger ont le plus souvent deux orientations. On note, le plus fréquemment dans les salons la présence d'une ou deux orientations. Il est possible de voir que 86% des salles à manger ont plusieurs orientations (trois ou deux) et que 58% des salons en ont également plusieurs (deux, trois ou six). Par contre dans les salles d'activités, possèdent généralement une seule orientation.

Figure 49 : Nombre d'orientations



Source : illustration personnelle.

Les salles manuelles et les salles à manger ont globalement moins de vitrage au nord qu'au sud, à l'est et à l'ouest. En ce qui concerne les salons ils ont généralement plus de vitrage au sud et à l'est et moins au nord et à l'ouest. Les salles motrices ont quant à elles moins de vitrage à l'ouest et plus à l'est.

La position du vitrage

Dans ces quatre pièces, le vitrage zénithal est pas ou peu présent (81% des salles à manger, 86% des salons et 90% des salles manuelles et toutes les salles motrices n'en ont pas) et lorsqu'il existe sa surface est faible. Dans plus de la moitié des cas le vitrage se prolonge jusqu'au sol même si cela est un peu plus fréquent dans les salles à manger et salons (présence dans 71% des cas pour la salle à manger, dans 77% des cas pour le salon et dans 65% des cas dans les salles d'activités). Pour ces quatre pièces dans environ un quart des cas on trouve du vitrage à plus de deux mètres. Du vitrage est placé à hauteur d'homme (allège à environ un mètre) dans 62% des salles à manger, dans 48% des salons, dans 50% des salles d'activités manuelles et dans 20% des salles d'activités motrices.

Les systèmes d'occultation

Rares sont les masques lointains dans ces quatre pièces (bâtiments et/ou éléments naturels venant faire un masque). Pour caractériser les systèmes de contrôles fixes (avancée de toiture, vitrage filmé...), nous avons au démarrage une variable à trois modalités (absence, présence pour certaines ouvertures et présence pour toutes les ouvertures) ce qui isolait fortement

certaines spécimens. Afin de maximiser la variation, nous avons transformé cette variable en une variable binaire considérant la présence ou absence de contrôles fixes et nous notons la présence de contrôles fixes dans : 71% des salles à manger, 48% des salons, dans 40% des salles d'activités manuelles et dans 30% des salles d'activités motrices. La majorité des salles à manger (76%), des salons (67%) et des salles d'activités motrices (65%) ont un système de contrôle mobile (store électrique ou manuel, rideau, banne...) alors qu'un peu moins de la moitié des salles d'activités manuelles en ont (40%).

Éclairage artificiel

Pour caractériser l'éclairage artificiel de ces salles 13 variables ont été retenues initialement :

- La possibilité de contrôler et moduler l'ambiance lumineuse a été appréhendée à travers deux variables : *la présence de système d'ajustement de l'éclairage* (variateur) et *la présence de circuit autonome* (possibilité de pouvoir allumer une partie de la pièce sans allumer l'autre ou de pouvoir allumer les appliques sans allumer les plafonniers). Les modalités de cette variable isolent des spécimens et sont liées à la position de l'éclairage dans la pièce. Cette variable a donc été transformée afin de se concentrer sur la possibilité de « moduler son environnement lumineux ».
- Des variables relatives à la *quantité d'éclairage au mur, au plafond et la quantité totale d'éclairage*. Ces données, sans tenir compte des dimensions des pièces, ne signifient évidemment pas grand-chose. Pour pallier ce problème il a été introduit une variable permettant d'apprécier le nombre d'éclairages en fonction du volume de la pièce.
- Des variables concernant la ou les *typologie(s) d'éclairages* utilisés dans la pièce (suspension, spots encastrés, incandescent, halogène, fluocompact...),
- Une mesure du ressenti que l'on a dans la pièce par rapport à l'éclairage artificiel.
- Des variables relatives à la position de l'éclairage.

Les résultats concernant la typologie d'éclairage sont difficilement interprétables compte tenu des nombreuses données manquantes (liées en partie aux difficultés de mesurer et distinguer le type de lumière utilisé ainsi que pour obtenir ces informations d'une tierce personne). Seules les données relatives à la présence ou à l'absence de tubes fluorescents semblent fiables. Ce type d'éclairage est beaucoup plus présent dans les salles d'activités que dans les salons et salles à manger (puisque l'on en trouve dans 43% des salles à manger, dans 38% des salons, dans 80% des salles d'activités manuelles et dans 70% des salles d'activités motrices).

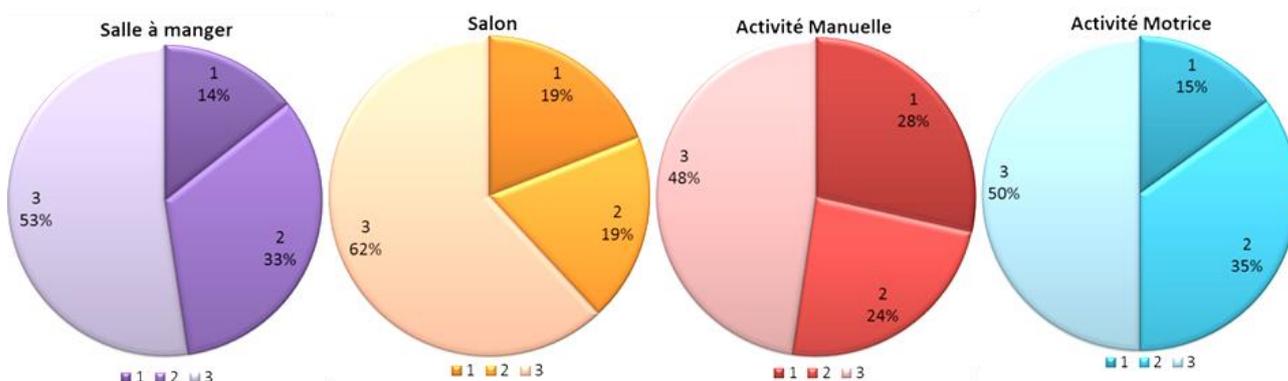
Il existe rarement ou jamais de système d'ajustement de l'éclairage artificiel de type variateur (un seul salon en possède et les autres pièces n'en ont pas). Dans les salles d'activités, on rencontre généralement un seul circuit sur plafonnier ou sur applique ne permettant pas une modulation de l'éclairage (dans 75% des cas pour les salles « manuelles » et dans 65% pour les salles « motrices »). Pour les salles à manger un peu plus de la moitié des spécimens (57%) ont un seul circuit dans la pièce et dans les salons un peu moins de la moitié (43%).

Ces quatre pièces ont presque toujours de l'éclairage au plafond. Un peu moins de la moitié (48%) des salles à manger et des salons n'ont pas d'éclairage en applique alors que la plupart

des salles d'activités n'en ont pas (70% pour la salle « manuelle » et 75% pour la salle « motrice »).

La Figure 50 montre que les salles d'activités manuelles sont les pièces les plus faiblement lumineuses et que ce sont a priori les salons qui sont les pièces les plus lumineuses.

Figure 50 : Évaluation sensible éclairage artificiel, 3 = Très lumineux 2 = moyennement lumineux 1 = faiblement lumineux



Source : illustration personnelle.

Colorimétrie

Les variables relatives à la tonalité chromatique présentaient trop peu de variations. Elles ont donc été modifiées pour permettre de déterminer si la couleur est présente dans la pièce indépendamment de l'endroit où la teinte se trouve. Après cette transformation, on note rarement la présence du rouge et de rose et la prégnance du blanc dans toutes les pièces. Le Tableau 11 résume les couleurs utilisées dans les différentes pièces. Le Tableau 12 et la Figure 51 quant à eux résument les principaux résultats des variables relatives à la colorimétrie des sols, des plafonds et des portes. Les principales caractéristiques relatives à la colorimétrie des murs sont présentées dans Tableau 13 et dans les figures Figure 52 et Figure 53. Enfin, la Figure 54 indique la quantité totale de teintes (sol, porte, mur et plafond confondus) utilisées dans chaque pièce qui s'élève le plus fréquemment à trois teintes différentes dans la même pièce.

Tableau 11 : Les couleurs

teinte	Total salles à manger	Total salon	Total salle manuelle	Total salle motrice
Rouge	4,8%	0%	5%	5%
Orange	52,4%	47,6%	40%	25%
Marron	14,3%	14,3%	25%	25%
Beige	52,4%	52,4%	55%	55%
Jaune	23,8%	19%	15%	10%
Vert	33,3%	42,8%	50%	35%
Bleu	28,6%	14,3%	25%	30%
Violet	28,6%	33,3%	10%	0%
Rose	14,3%	4,8%	20%	5%
Gris noir	38%	47,6%	45%	40%
Blanc	95,2%	100%	95%	95%

Tableau 12 : L'obscurité, saturation et les variations de couleurs des sols, plafonds et portes

teinte	Obscurité	Saturation	Variété de couleurs dans la même pièce
Sols	Plutôt Clairs	Variation importante d'un établissement à l'autre	Généralement présence d'une couleur unique dans la même pièce
Plafonds	Le blanc domine Clairs	Peu de variations de saturation au sein du corpus et au sein d'une même pièce Plafonds peu saturés	Généralement présence d'une couleur unique dans la même pièce
Portes	Variations importantes d'un établissement à l'autre Peu de variations au sein d'une même pièce (salon et salles d'activités) et variations dans la moitié des cas pour les salles à manger	Variations importantes d'un établissement à l'autre Peu de variations au sein d'une même pièce (salon et salles d'activités) et variations dans la moitié des cas pour les salles à manger	Les salles d'activités ont majoritairement une différence de traitement entre la porte d'entrée et le mur adjacent alors que la moitié environ des salles à manger et des salons en ont.

Tableau 13 : L'obscurité, la saturation et les variations de teintes des murs

Murs			
teinte	Obscurité	Saturation	Variations dans une même pièce
Salle à manger	Toujours présence d'une couleur claire Murs généralement plutôt clairs mais variations importantes au sein d'une même pièce	Variations assez importantes d'un établissement à l'autre Pièce où les couleurs sont les plus saturées	Pièce présentant le plus de variation de teinte d'une zone à l'autre
Salon	Toujours présence d'une couleur claire Murs généralement plutôt clairs mais variations importantes au sein d'une même pièce	Variations assez importantes d'un établissement à l'autre Pièce où les couleurs sont les plus saturées	
Salle d'activités manuelles	Toujours présence d'une couleur claire Murs généralement plutôt clairs mais variations importantes au sein d'une même pièce	Variations très importantes d'un établissement à l'autre	
Salle d'activités motrices	Toujours présence d'une couleur claire Murs généralement plutôt clairs mais variations importantes au sein d'une même pièce	Variations très importantes d'un établissement à l'autre	Pièce présentant le moins de variations de teintes d'une zone à l'autre Jamais plusieurs couleurs sur un même mur

Figure 51 : Saturation et obscurité des sols

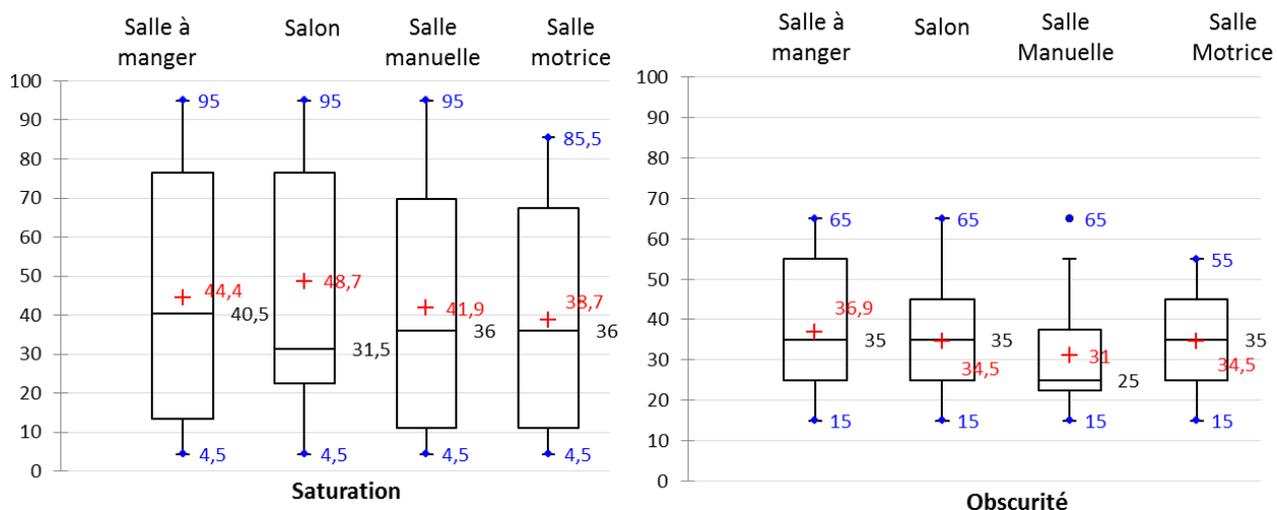


Figure 52 : Obscurité des murs

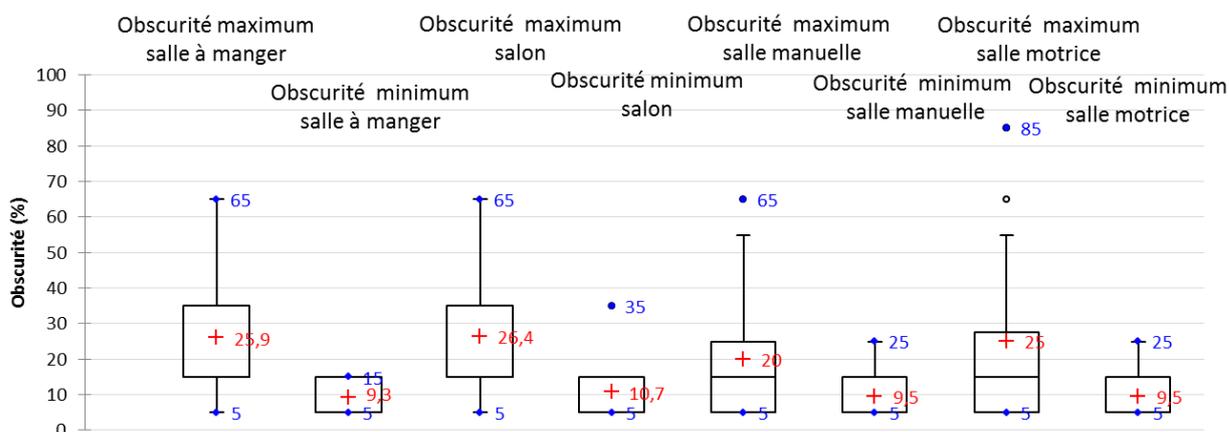
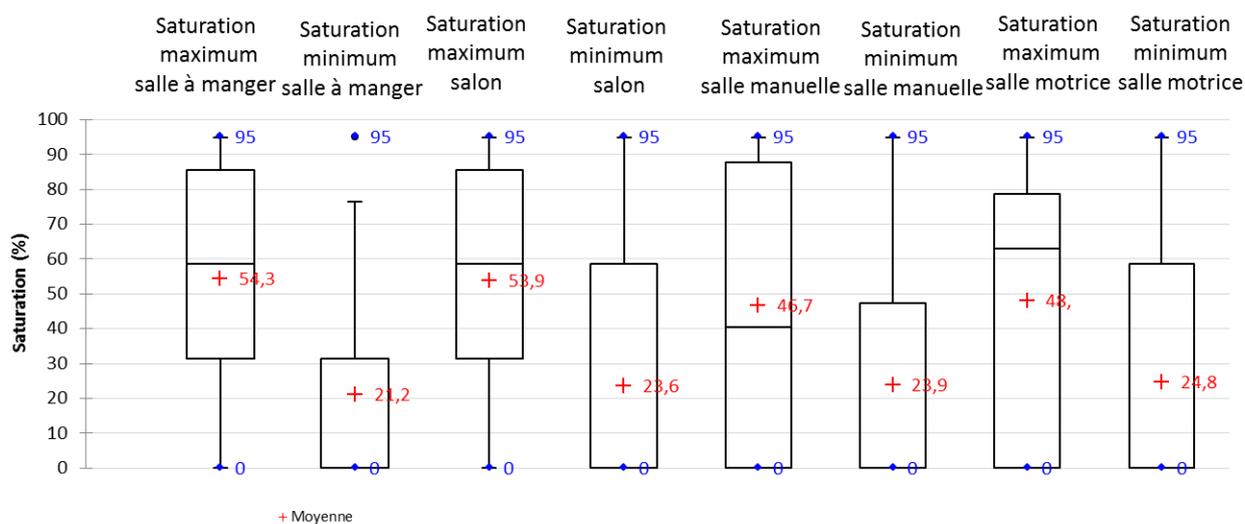
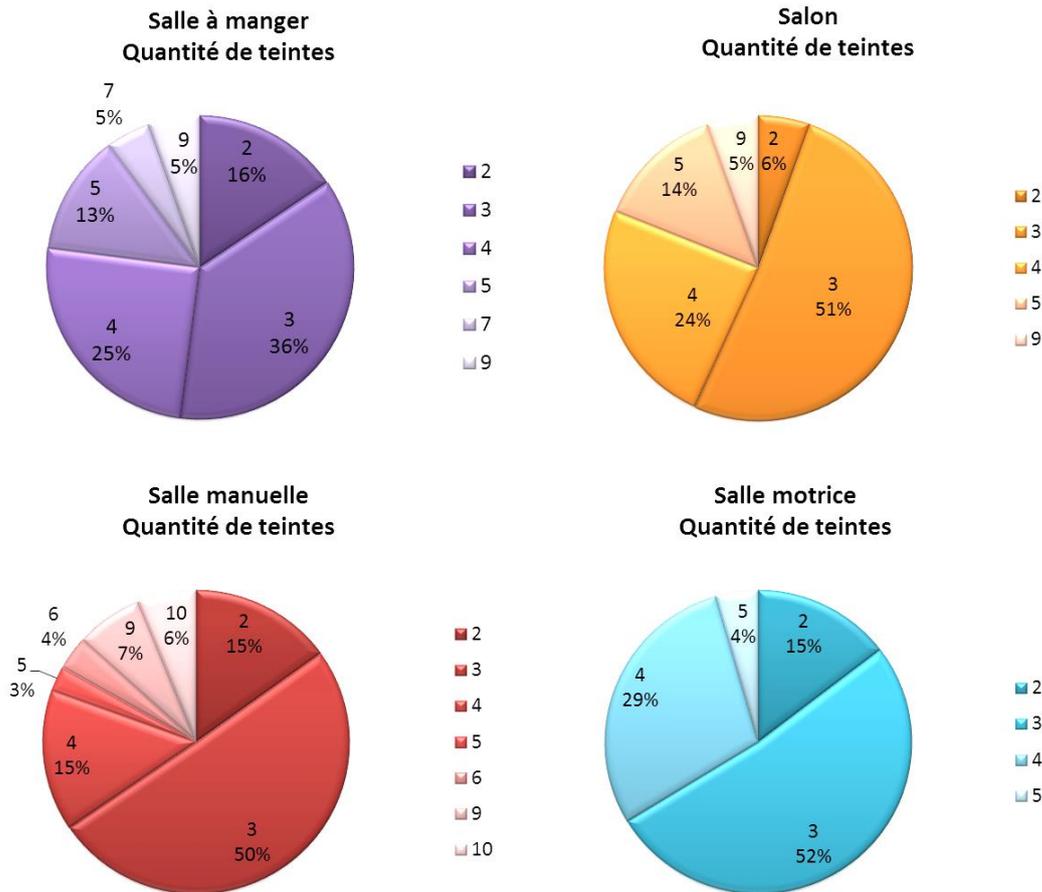


Figure 53 : Saturation des murs



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

Figure 54 : Quantité de teintes



Source : illustration personnelle.

Motifs

On ne trouve jamais de motifs sur les sols et les plafonds et rarement sur les murs (seulement dans 10% des cas pour ces quatre pièces). Ces motifs toujours figuratifs et non répétitifs. La présence de motifs sur les portes est également rare. Nous conserverons une seule variable générale relative à la présence ou non de motifs dans la pièce (indépendamment de la localisation des motifs). Il s'agit avant tout d'augmenter la variation et par conséquent de rendre les données exploitables. Par ailleurs, on peut noter l'absence de bordure au niveau du sol dans toutes ces pièces. Un peu plus de la moitié des pièces présentent du sol tacheté.

Matériaux

Les sols des quatre pièces principales ne sont jamais totalement rugueux (ils sont soit lisses, soit moyennement rugueux) ni mous (ils sont moyennement durs ou moyennement mous). Aucune pièce ne présente de différences de matériaux et de textures au niveau des sols. D'une manière générale, les sols ont une différence de température qui est grandement ou faiblement ressentie.

On trouve rarement des différences de matériaux au sein d'un plafond d'une même pièce. La moitié du corpus environ (pour chacune de ces pièces) possède du faux plafond démontable.

Pour les quatre pièces, on peut constater que les variables relatives aux portes sont relativement constantes. Globalement, elles sont lisses, moyennement dures, avec peu de différences de température ressentie et aucune différence de matériaux.

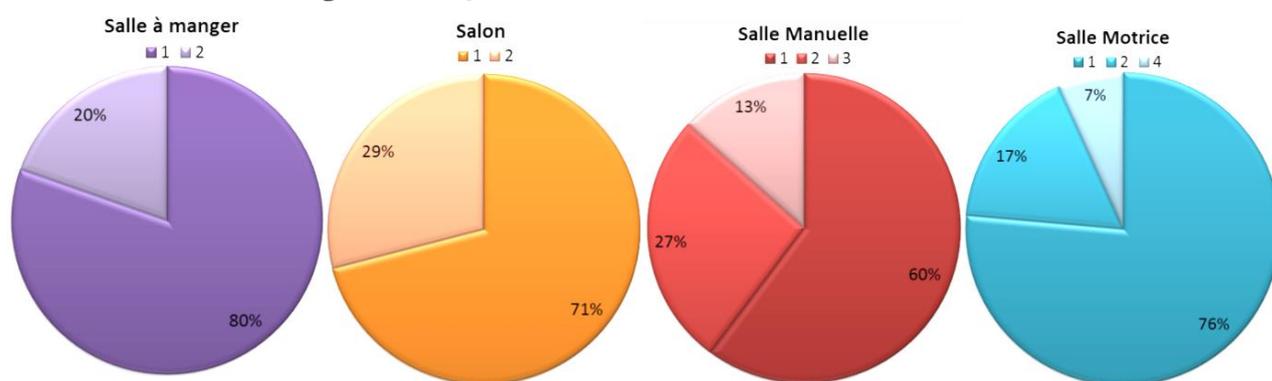
Les différences de matériaux et de textures sur les murs d'une même pièce sont relativement rares dans ces quatre pièces (75% des salles motrices, 81% des salles à manger, 65% des salles manuelles et 71% des salons n'ont pas de différences). Le matériau le plus présent dans ces quatre pièces est la peinture avec de la toile de verre (Tableau 14). Dans les salon et salles à manger la différence de température des murs est le plus souvent faiblement ressentie. C'est moins le cas pour les salles d'activités. Dans les quatre pièces les murs sont le plus fréquemment un peu rugueux. Dans les salles à manger, salons et salles d'activités manuelles, les murs sont soit moyennement durs soit durs. Dans les salles motrices les murs peuvent être moyennement durs (55%), moyennement mous (5%) ou durs (40%). Un seul matériau est le plus souvent employé sur les murs (Figure 55). Les salles d'activités manuelles sont les pièces où l'utilisation de plusieurs matériaux sur les murs est la plus fréquente.

Tableau 14 : Les matériaux des salles à manger, salons et salles d'activités

Salle	Revêtement du sol	Matériaux sur les murs
Salle à manger	Sol souple 57% Carrelage 43%	Peinture avec de la toile de verre 62% Peinture sans toile de verre 24% Crépi, pierre ou béton 9,5%
Salon	Sol souple 76% Carrelage 24%	Peinture avec de la toile de verre 62% Peinture sans toile de verre 24% Crépi, pierre ou béton 14%
Salle d'activités manuelles	Sol souple 65% Carrelage 25% Béton 10%	Peinture avec de la toile de verre 50% Peinture sans toile de verre 35% Crépi, pierre ou béton 25%
Salle d'activités motrices	Sol souple 70% Carrelage 25% parquet 5%	Peinture avec de la toile de verre 50% Peinture sans toile de verre 30% Crépi, pierre ou béton 20%

Nota : Certains matériaux sont présents sur les murs de certaines de ces pièces mais ils restent très minoritaires (c'est le cas des revêtements plastifiés, des murs en briques, de la tapisserie, de la tôle)

Figure 55 : Quantité de matériaux sur les murs



Source : illustration personnelle.

Thermique

On constate (Tableau 15) que les systèmes de chauffage sont généralement soit au sol soit par convecteurs muraux. La climatisation est rarement présente dans les salles d'activités. Les résidents globalement même quand ils pourraient accéder à la régulation thermique, ne l'utilisent pas. La plupart des pièces semblent avoir un système autonome. Il semble possible d'accéder à la régulation dans un peu plus de la moitié des pièces. Globalement, ces quatre pièces sont jugées plus confortables l'hiver que l'été par les équipes (Tableau 16).

Tableau 15 : quantité et typologie des systèmes de régulation thermique

Salle	Présence de chauffage par le sol	Présence de convecteur mural	Nombre de convecteur mural	Présence de système de climatisation	Possibilité d'accéder à la régulation	Régulation utilisée par les résidents	Régulation indépendante
Salle à manger	48%	52%	de 0 à 4	38%	57%	12%	La majorité
Salon	48%	52%	de 0 à 6	38%	62%	12%	La majorité
Salle d'activités manuelles	35%	55%	de 0 à 6	15%	55%	12%	La majorité
Salle d'activités motrices	45%	55%	de 0 à 3	10%	60%	12%	La majorité

Tableau 16 : Confort thermique l'été et l'hiver

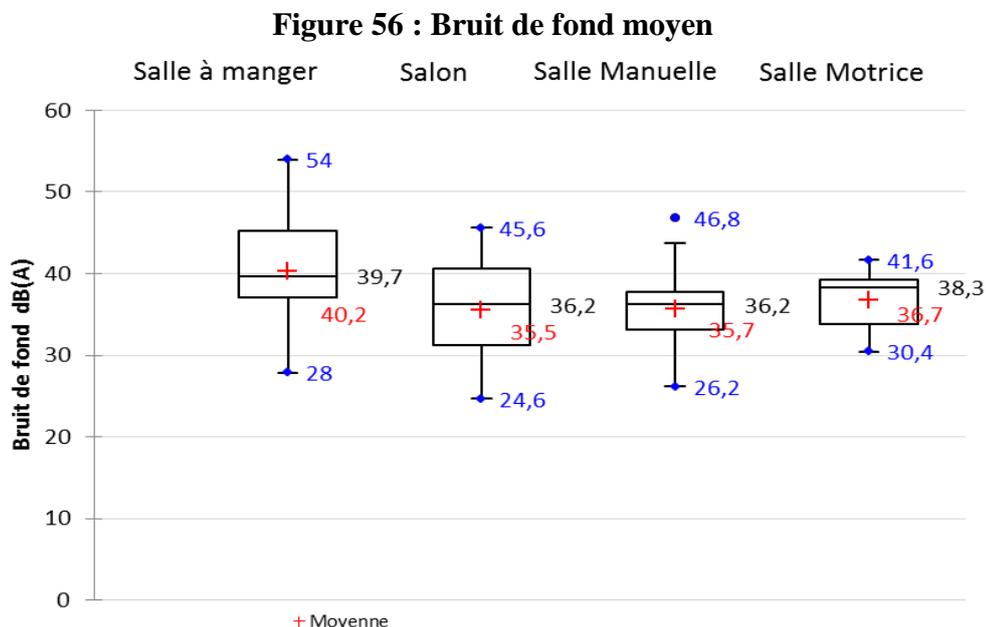
Salle	Chauffage Confort thermique l'été	Chauffage Confort thermique l'hiver
Salle à manger	56% jugées chaudes ou légèrement chaudes 44% jugées confortables	11% jugées froides ou légèrement froides 89% jugées confortables
Salon	39% jugés chauds ou légèrement chauds 61% jugés confortables	Tous les salons sont jugés confortables l'hiver
Salle d'activités manuelles	41% jugées chaudes ou légèrement chaudes 59% jugées confortables	35% jugées froides ou légèrement froides 65% jugées confortables
Salle d'activités motrices	44% jugées chaudes ou légèrement chaudes 56% jugées confortables	18% jugées froides ou légèrement froides 82% jugées confortables

Solidité et résistance

La majorité des pièces n'ont pas de protection d'angles (62% pour les salles à manger ; 76% pour les salons ; 90% pour les salles d'activités manuelles et motrices). La présence de protections d'angle est plus rare dans les salles d'activités que dans les autres pièces. Quelles que soient les pièces considérées (salles à manger, salons, salles d'activités) on retrouve peu ou pas de tuyauterie apparente.

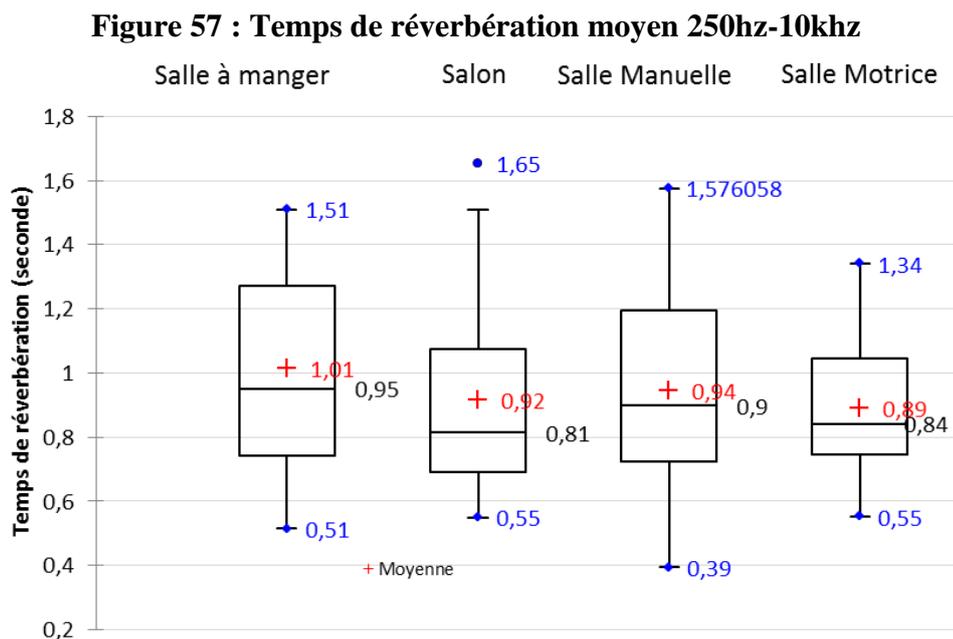
Acoustique

Les bruits de fond moyens (Figure 56) sont plus élevés dans les salles à manger que dans les salles d'activités ou dans les salons. Les différents spécimens du corpus présentent beaucoup de variation entre eux et ce en particulier dans les salles à manger et dans les salons.



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

Les temps de réverbération moyen (Figure 57) sont plus élevés dans les salles à manger et dans les salles « manuelles ». Ce sont également dans ces deux pièces que l'on trouve le plus de variations entre les différents établissements du corpus. Dans les salles motrices, le son met légèrement moins de temps globalement pour décroître que dans les autres pièces.



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

Nous avons donc pu constater que :

- Les salles à manger sont les pièces les plus grandes et les plus étalées. Les salles d'activités motrices sont les pièces les moins étalées.
- La compacité varie plus dans les salles d'activités manuelles et dans les salons.
- Globalement dans les pièces du corpus, la surface est importante par rapport à la hauteur de la pièce (à l'image de pièces classiques).
- La surface de pièce disponible par résidents est plus importante dans les salles d'activités que dans les salons et salles à manger.
- Les hauteurs minimales varient peu dans ces quatre pièces
- Les salles à manger sont les pièces dans lesquelles on peut le moins surveiller son environnement et les salles d'activités manuelles présentent beaucoup de variation concernant ces variables.
- Les salles d'activités sont moins perméables avec les pièces qui leur sont directement en contact que les salons et les salles à manger.
- Les salons et les salles à manger possèdent globalement plus d'éclairage naturel que les salles d'activités. On trouve beaucoup de variations dans la quantité d'éclairage naturel entre les différents spécimens du corpus pour les salons et pour les salles d'activités manuelles.
- Les salons et les salles à manger ont plus d'orientations que les salles d'activités.
- On note plus souvent des dispositifs d'éclairage artificiel de type fluorescent dans les salles d'activités que dans les salons et dans les salles à manger.
- Dans ces quatre pièces la présence de motif est rare.
- Les sols de ces quatre pièces sont plutôt clairs et moyennement saturés. Les plafonds sont généralement clairs, peu saturés et avec peu de variations au sein d'une même pièce. Les murs, des salles d'activités motrices présentent moins de variations de teintes que dans les autres pièces. Les murs sont plutôt clairs mais des différences importantes peuvent être présentes au sein d'une même pièce. Les murs de ces quatre pièces présentent beaucoup de variations de saturation au sein du corpus (ce sont les salles à manger et les salons qui ont les teintes les plus saturées).
- Les revêtements de sol dans ces 4 salles sont généralement soit du sol souple soit du carrelage. Les murs sont le plus souvent peints (avec ou sans toile de verre).
- Les bruits de fond sont plus élevés dans les salles à manger et les temps de réverbération semblent plus élevés dans les salles à manger et dans les salles manuelles.

Le salons, les salles à manger et les salles d'activités présentent plus de variations et de différences dans leur fonctionnement, leur traitement, leurs dimensions, leur morphologie, leur perméabilité etc. que les chambres, les WC ou les salles de bains.

Ce temps consacré aux statistiques descriptives permet de connaître le corpus devant faciliter l'analyse et l'interprétation des corrélations avec les variables cliniques. Il est possible de dire a priori que certains paramètres architecturaux évoqués dans le consensus sont peu respectés par les établissements conçus spécifiquement pour accueillir des personnes autistes ; c'est le cas des pièces utilisées pour plusieurs activités ou de la présence importante de tube fluorescent dans les salles d'activités. Les établissements les plus récents présentent une conception, une organisation et des aménagements proches d'autres types d'établissements médico-sociaux. Par ailleurs, quelques tendances semblent caractériser les établissements issus de rénovation qui n'ont pas été conçus spécifiquement pour accueillir des personnes présentant des TSA. Ces établissements semblent présenter plus souvent des étages, plus de couleurs, de motifs et des chambres qui ne sont pas toutes identiques.

IV.3 Étude des dépendances et sélection des variables architecturales

Avant de regarder les corrélations avec les variables cliniques, il est nécessaire :

- D'une part, de réduire le nombre important de variables architecturales par rapport au nombre d'individus limité qui ont été évalués. En effet, de nombreux tests statistiques imposent, que le nombre de variables soit inférieur au nombre d'individus. Certaines variables qui ne varient pas ont donc été éliminées.
- D'autre part, de rendre les variables indépendantes pour des raisons d'efficacité de l'exploitation de l'analyse (lorsque cela semble pertinent).

Cette analyse des relations des variables architecturales entre elles doit également compléter notre connaissance du corpus. À l'issue de cette analyse, nous avons créé deux bases de données dérivées de la première comme nous l'avons déjà évoqué. Une base réduite au sein de laquelle les variables sont toutes indépendantes et une base élargie au sein de laquelle certaines variables corrélées sont conservées car les cliniciens et les collègues d'experts (Asperger et représentant des usagers) envisagent que toutes ces variables pourraient impacter le bien-être des personnes atteintes de TSA. Nous présenterons, les corrélations analogues qui ont été trouvées dans les différentes pièces ainsi que les relations les plus marquantes²³⁸.

²³⁸ Nous invitons le lecteur à se référer au paragraphe IV.1 Aspects méthodologiques (p.91.), pour une description complète des outils et de la méthode utilisée.

IV.3.1 Étude des dépendances et sélection des variables relatives aux contextes social, spatial et historique

Date de construction et réhabilitation

L'analyse de la Figure 58 et des coefficients de corrélation de Pearson ($r= 0,67$) permet de voir que *l'époque de construction de la partie hébergement* semble liée à celle de la *partie activité* (ces deux zones de l'établissement ayant souvent été construites à la même époque). Nous avons donc conservé uniquement *la date de construction de l'hébergement* car il s'agit de la zone de l'établissement la plus fréquentée par les résidents (cf. description des taux de fréquentation page 101) et qui constitue le lieu de vie principale de ces derniers. La *date de création de l'hébergement* et la *fonction initiale de l'établissement* semblent également varier ensemble (coefficient de corrélation bi-sérielle $r= -0,89$). Ainsi, il apparaît que plus les établissements sont anciens et moins ils ont été conçus pour accueillir spécifiquement des personnes autistes.

Figure 58 : Date de création de l'établissement

Source : illustration personnelle.

Caractéristiques générales de l'établissement

Le *nombre de niveaux total dans le bâtiment* semble plus important dans les établissements les plus anciens ($r= -0,65$). Le *nombre d'étages de la partie hébergement* semble également plus important dans les unités les plus anciennes ($r= -0,51$). Il semblerait donc que des éléments du consensus aient pu être intégrés lors de la définition et création des établissements les plus récents. En revanche, l'époque de construction ne semble pas particulièrement corrélée avec le *nombre de personnes maximum accueillies dans l'unité* ($r= 0,06$) ni avec le *nombre d'unités d'hébergement différentes* ($r= -0,03$).

On ne trouve pas de corrélation significative entre la *ressemblance des unités entre elles*, la *présence d'unités clairement définies*, la *liaison entre ces unités* ou la *liberté de circulation*

entre unités. En revanche, la présence d'unités clairement définies semble varier assez similairement avec la variable « liaison des unités entre elles » (indice de Jaccard : 0,74). Quand il y a des unités clairement définies, il y a souvent des unités séparées.

Contexte acoustique de l'environnement de l'établissement

L'analyse de corrélation (Tableau 17) montre qu'il existe un écart important entre l'évaluation experte de l'environnement sonore et les mesures physiques. En effet, les coefficients de corrélation sont moyennement élevés. Il semble donc nécessaire de retenir ces deux types de mesures qui ne donnent pas les mêmes résultats.

Tableau 17 : Relations entre les mesures physiques et l'évaluation experte

Ce tableau présente les coefficients de corrélations entre les mesures physiques* (BF moyen, maximum et minimum) et l'évaluation experte** de l'environnement sonore proche de l'établissement	
Variables	Coefficient de corrélation de Pearson
BF moyen (environnement extérieur)	0,48
BF maximum (environnement extérieur)	0,53
BF minimum (environnement extérieur)	0,49
*Pour une fiabilité des résultats, les mesures « physiques » (effectuées avec un sonomètre) sont réalisées en différents points à partir desquels des moyennes spatiales et des valeurs maximum et minimum sont calculées.	
** L'évaluation experte se base sur l'évaluation du niveau sonore des bruits présents dans l'environnement proche des 20 établissements du corpus. Cette variable varie sur une échelle à quatre valeurs : 4. environnement proche bruyant, 3. plutôt bruyant, 2. relativement calme, 1. très calme.	

L'analyse des mesures physiques entre elles, (Tableau 18) nous conduit à ne conserver comme variables que le bruit de fond moyen et le bruit de fond écart type.

Tableau 18 : Relations entre les mesures physiques de l'environnement sonore proche de l'établissement

Coefficient de corrélation de Pearson – Environnement extérieur			
	BF moyen	BF maximum	BF minimum
BF maximum	0,93	1	
BF minimum	0,87	0,70	1
BF écart type	0,13	0,44	-0,30

Les espaces extérieurs, les surfaces accessibles librement, les lieux d'activités et le repérage

La surface totale de jardin sur le site de l'établissement et celle réellement accessible aux résidents ne sont que peu corrélées entre elles ($r = 0,36$). La présence d'espaces extérieurs accessibles librement est liée à la surface extérieure accessible librement. Bien que l'on puisse déduire la présence ou l'absence d'un espace extérieur accessible à partir de la donnée de sa surface, nous conserverons les deux variables, qui n'ont pas la même signification. La première permet de donner un poids plus important à la surface nulle.

La surface d'activité en dehors de l'hébergement varie en sens inverse de la variable relative à la surface d'activité dans l'hébergement ($r = -0,44$), ce qui signifie que plus il y a de surface dédiée aux activités en dehors de l'hébergement et moins il y en a à l'intérieur de l'hébergement. La présence d'un code couleur pour les portes de la partie activités, pour les portes de l'hébergement, et la présence d'un code de couleur pour distinguer les unités, ne sont pas assez corrélées entre elles pour ne pas les conserver.

IV.3.2 Étude des dépendances et sélection des variables relatives aux situations-types

Fonction et utilisation de la pièce (forme, fréquence, activité, délimitation de la pièce...)

Quand *l'utilisation de la pièce est libre*, il s'y déroule généralement *plusieurs types d'activités*, et le *taux de fréquentation* est plus élevé. Il est plus surprenant que *l'utilisation réglementée* ne détermine pas (statistiquement) le fait qu'elle soit *spatialement bien définie, délimitée et identifiée*, ni la possibilité qu'elle ait un *rôle distributif*. En revanche, on comprend mieux que lorsque la pièce est *clairement délimitée et définie*, elle ne *distribue généralement pas d'autres espaces*.

Dimensions

Dans les quatre pièces dans lesquelles la *compacité* et *l'étalement* ont été mesurés il n'apparaît pas de lien réellement important entre ces deux variables ($r= 0,39$ pour la salle à manger, $r= 0,59$ pour le salon, $r= 0,46$ pour la salle d'activité manuelle et $r = 0,33$ pour la salle motrice).

Surface de la pièce, surface de la pièce par résident et nombre d'utilisateurs simultanés

Dans les salons et les salles à manger, on peut noter l'existence d'une relation de multicollinéarité non parfaite entre ces trois variables. Cette relation apparaît de manière moins forte dans la salle d'activités motrices et est absente dans la salle d'activités manuelles. Les variables *surface de la pièce par résident* et *surface* sont plus corrélées entre elles dans les salons et les salles à manger que dans les salles d'activités ($r= 0,74$ pour la salle à manger, $r= 0,68$ pour le salon, $r= 0,22$ pour la salle d'activités manuelles et $r=0,35$ pour la salle d'activités motrices). La *surface de la pièce par résident* et le *nombre d'utilisateurs* ne sont pas liés entre eux sauf dans la salle d'activités motrices ($r= -0,09$ pour la salle à manger, $r= -0,14$ pour le salon, $r= -0,33$ pour la salle « manuelle » et $r=0,78$ dans la salle d'activité motrice). Les variables *surface* et *nombre d'utilisateurs simultanés* sont moyennement ou très peu corrélées entre elles ($r= 0,58$ pour la salle à manger, $r= 0,68$ pour le salon, $r= 0,27$ pour la salle d'activités manuelles et $r= -0,01$ pour la salle d'activités motrices). Ce qui signifie que, si la capacité d'accueil a bien été spécifiée et respectée, les architectes ont adapté les surfaces de la salle à manger et du salon à cet effectif, mais pas celles des salles d'activités. Or, on constate que pour ces dernières, la régulation du nombre d'utilisateurs simultanés ne se fait pas en fonction des surfaces. Étant donné que pour les collègues d'experts ces trois variables apparaissent comme essentielles par rapport au tableau clinique de l'autisme (troubles des interactions et besoin d'isolement en particulier) nous avons conservé ces trois variables mais lors de l'interprétation des résultats nous retiendrons qu'elles varient ensemble.

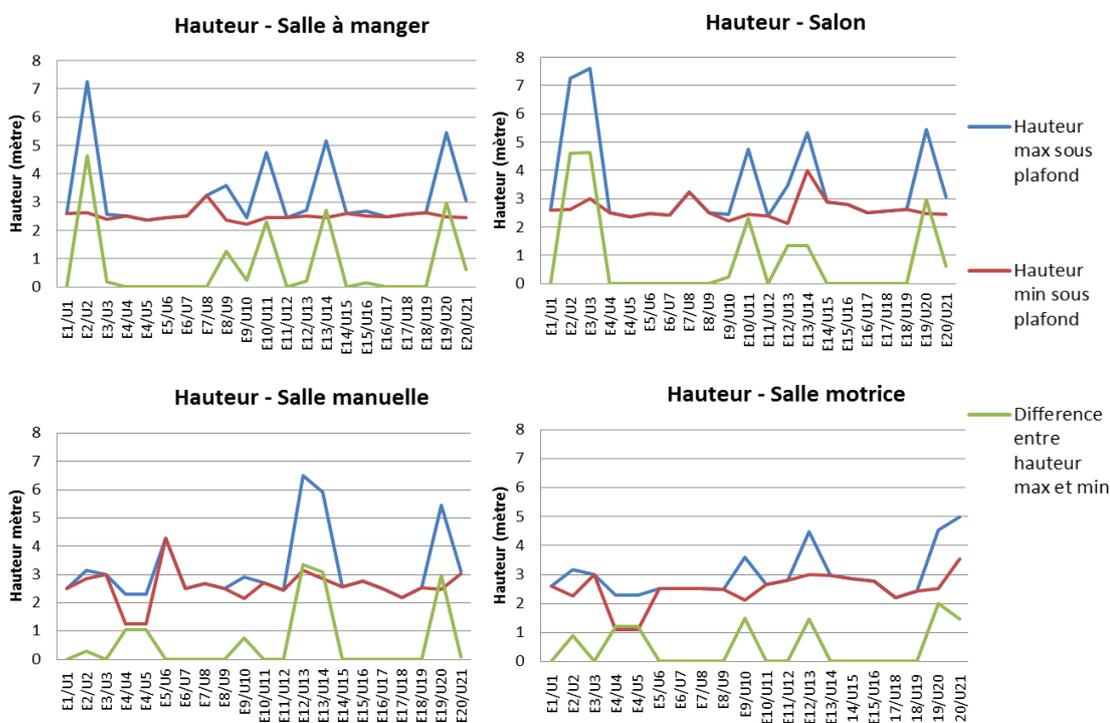
Hauteur

Pour l'ensemble des pièces, une relation de multi-colinéarité parfaite ($R^2 = 1$) existe de manière évidente entre la *hauteur maximum*, la *hauteur minimum* et la *différence de hauteurs*. Lorsque l'on connaît deux de ces variables il est possible de connaître la troisième. Par ailleurs, on peut voir en analysant les représentations graphiques (Figure 59) et les taux de corrélations que :

- La *hauteur maximum* et la *différence de hauteurs* sont très corrélées ($r = 0,99$ pour la salle à manger, $r = 0,97$ pour le salon, $r = 0,87$ pour la salle d'activités manuelles et $r = 0,71$ pour la salle d'activités motrices).
- La *hauteur maximum* et la *hauteur minimum* sont plus faiblement corrélées entre elles ($r = 0,10$ pour la salle à manger, $r = 0,39$ pour le salon, $r = 0,46$ pour la salle manuelle et $r = 0,515$ pour la salle motrice).
- La *différence de hauteurs* est faiblement corrélée à la *hauteur minimum* ($r = -0,05$ pour la salle à manger, $r = 0,15$ pour le salon, $r = -0,04$ pour la salle manuelle et $r = -0,24$ pour la salle motrice).

On note, pratiquement toujours des parties basses dans les pièces. Ces relations proviennent du fait que la *hauteur minimum* varie peu, par conséquent les *différences de hauteur* sont essentiellement à rattacher aux *variations de la hauteur maximum*. Dans la base élargie, nous avons conservé uniquement la *hauteur maximum* et la *hauteur minimum*. Étant donné que dans certaines pièces la *hauteur minimum* était presque constante nous avons, pour certaines pièces, gardé seulement la *hauteur maximum*.

Figure 59 : Relation entre les variables relatives à la hauteur des pièces



Source : illustration personnelle.

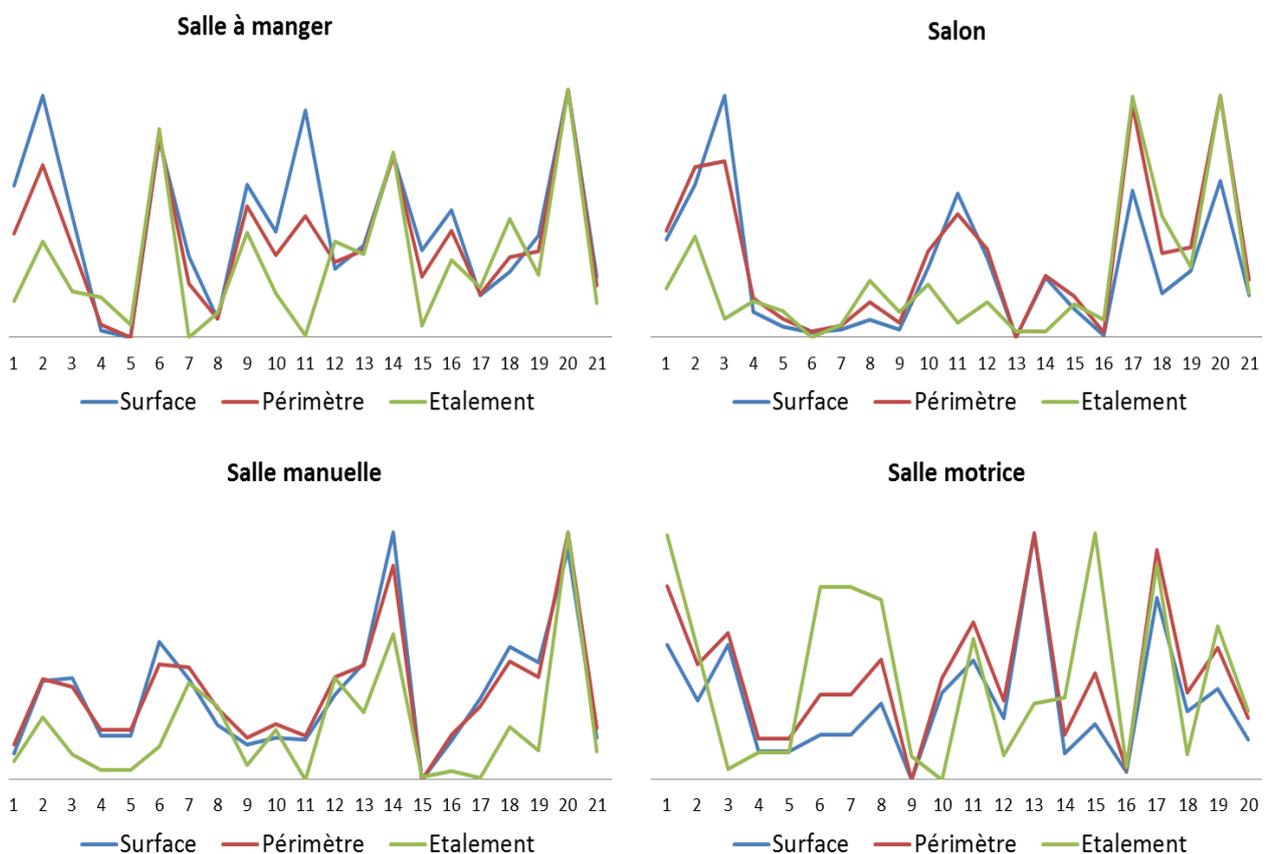
Étalement, périmètre et surface

La multi-colinéarité est très importante mais non parfaite entre l'étalement de la pièce, sa surface et son périmètre. On peut voir par ailleurs lorsque l'on analyse les coefficients de corrélation et la Figure 60 que la corrélation entre :

- le périmètre et la surface est très importante ($r > 0,9$) pour les quatre pièces,
- le périmètre et l'étalement est élevée ($r > 0,8$), sauf pour la salle d'activités motrices, où le coefficient tombe à 0,5.
- l'étalement et la surface est beaucoup plus faible hormis dans la salle d'activités manuelles ($r = 0,56$ pour le salon, $r = 0,45$ pour la salle à manger, $r = 0,27$ pour la salle d'activités motrices et $r = 0,81$ pour la salle d'activités manuelles).

La variable *périmètre* a donc été supprimé car elle entretient une relation de multi-colinéarité avec les deux autres variables et elle est généralement très corrélée avec la *surface* et l'*étalement*. Par ailleurs, la notion de *périmètre* est plus difficilement transposable, manipulable et interprétable par un architecte. Bien qu'indirectement, cette variable renvoie à la forme géométrique de la pièce en plan, il est beaucoup plus difficile aux experts de la relier en tant que telle aux catégories des phénomènes qui semblent influencer la qualité de vie ou le comportement des personnes atteintes de TSA.

Figure 60 : Relation entre la surface, le périmètre et l'étalement de la pièce



Source : illustration personnelle.

Nota : Les variables ont été transformées sur une échelle allant de 0 à 1 pour pouvoir être comparées facilement.

Surface de la pièce, volume et compacité

Dans l'ensemble des pièces concernées par ces variables, il existe une relation de multicollinéarité non parfaite entre ces trois variables. On note une corrélation est très importante (Figure 61) entre le *volume* d'une pièce et sa *surface*. La *surface* et la *compacité* semblent liées entre elles, mais dans une moindre mesure. Le *volume* et la *compacité*, quant à eux, ne sont pas particulièrement corrélés entre eux. Même si le *volume* et la *surface* sont très corrélés nous conserverons ces deux variables dans la base élargie car les experts de l'équipe (expertise représentant des usagers et non neurotypique) ont jugé que ces deux variables pouvaient être des facteurs de troubles potentiels pour des personnes atteintes de TSA, selon des mécanismes éventuellement différents. Bien que les effets de l'un ou de l'autre seront difficilement isolables pour les établissements de notre corpus, l'architecte peut, par le choix de la hauteur les faire varier indépendamment.

Figure 61 : Relation entre la surface, la compacité et le volume des pièces



Source : illustration personnelle.

Nota : Les variables ont été transformées sur une échelle allant de 0 à 1 pour pouvoir être comparées facilement.

Perméabilité

Perméabilité de plusieurs pièces en contact

Il existe une relation de multi-colinéarité non parfaite entre la *perméabilité physique* et *visuelle*²³⁹. La *perméabilité physique* est très corrélée à la *perméabilité visuelle* avec une autre pièce ($r= 0,95$ pour la salle à manger, $r= 0,98$ pour le salon, $r= 0,81$ pour les salles « manuelles », il n’y a jamais de perméabilité physique dans les salles « motrices »). C’est donc dans les salles d’activités manuelles que ces deux variables sont le moins liées. Nous conserverons toutefois ces deux variables dans la base de données élargie car il est difficile a priori de savoir laquelle serait la plus influente pour des personnes autistes. Cette forte corrélation s’explique par le faible nombre de *surface vitrée* entre deux pièces. En effet la *perméabilité physique* incluant la *perméabilité visuelle*, l’écart ne provient que de la présence de tel vitrage. Dans les salles d’activités, les salons et les salles à manger il est possible de voir que la *surface de vitrage intérieur* et le *nombre de vitrage intérieur* sont liés. Ces deux variables ont toutefois été conservées dans la base élargie dans un premier temps car il est difficile de savoir laquelle des deux pourrait être la plus problématique.

Perméabilité au sein de la pièce

Trois variables permettent de caractériser la perméabilité d’une pièce : la *surface imperméable totale*, le *pourcentage de pièce toujours visible* et le *nombre d’angles d’où la pièce est entièrement visible*²⁴⁰. Le *pourcentage de la pièce qui reste toujours visible* quel que soit l’angle où l’on se situe est très corrélé aux *nombre d’angles d’où il est possible de voir toute la pièce* et plus faiblement à la *surface imperméable* (Tableau 19). La *surface imperméable* est moyennement corrélée (à l’exception de la salle « motrice ») aux *nombre d’angles d’où toute la pièce reste visible*. Par ailleurs, la *surface imperméable* est très corrélée à l’*étalement* de la pièce, à son *périmètre* et dans une moindre mesure à sa *surface*. Nous avons supprimé le *nombre d’angles d’où la pièce est intégralement visible*.

Tableau 19 : Relations des variables relatives à la perméabilité de la pièce

		Surface imperméable	Pourcentage de pièce toujours visible
SALLE À MANGER	Pourcentage de pièce toujours visible	$r = -0,57$	-
	Nombre d’angles d’où la pièce est entièrement visible	$r = -0,43$	$r = 0,82$
SALON	Pourcentage de pièce toujours visible	$r = 0,66$	-
	Nombre d’angles d’où la pièce est entièrement visible	$r = -0,62$	$r = 0,92$
SALLE MANUELLE	Pourcentage de pièce toujours visible	$r = -0,49$	-
	Nombre d’angles d’où la pièce est entièrement visible	$r = -0,46$	$r = 0,95$
SALLE MOTRICE	Pourcentage de pièce toujours visible	$r = -0,72$	-
	Nombre d’angles d’où la pièce est entièrement visible	$r = -0,78$	$r = 0,84$

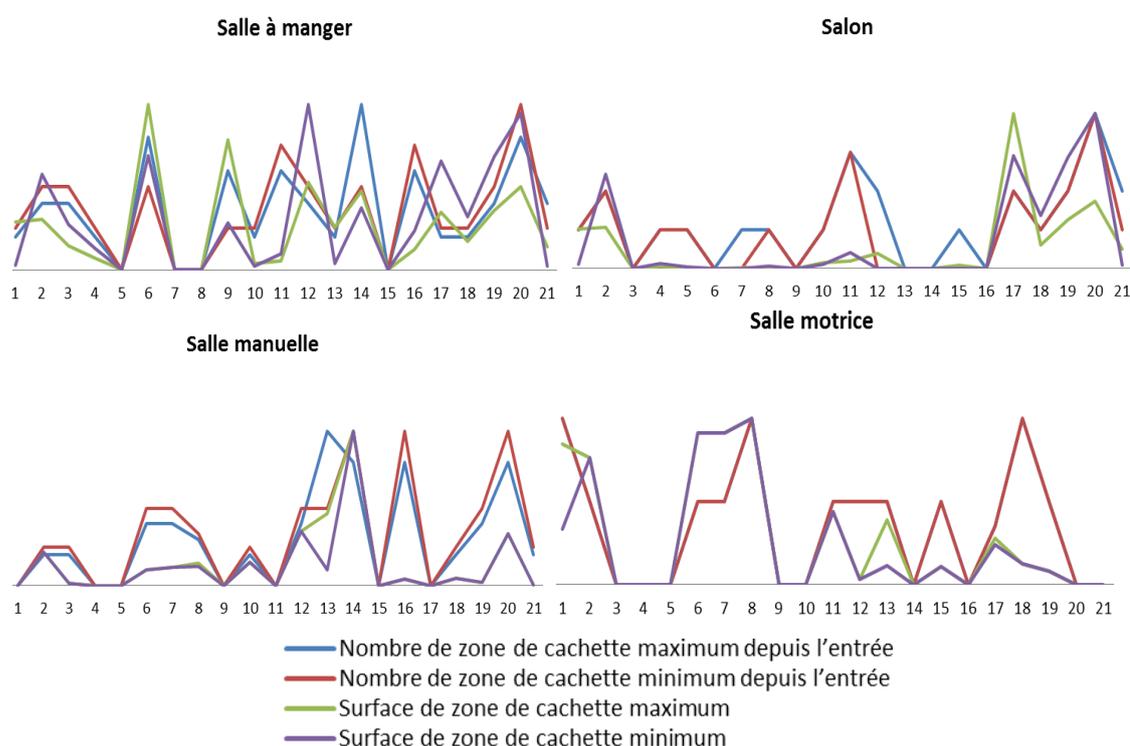
²³⁹ Pour la définition de ces variables, nous invitons le lecteur à se reporter au paragraphe III.2.1.2 Les variables locales (p. 93).

²⁴⁰ Pour la définition de ces variables, nous invitons le lecteur à se reporter au paragraphe III.2.1.2 Les variables locales. (p. 92).

Zones de cachette (surface et nombre)

Dans la base brute, il y avait quatre variables (*le nombre de cachettes maximum, minimum et les surfaces de cachette maximum et minimum correspondantes*)²⁴¹. On peut noter une forte corrélation (Figure 62) entre *le nombre de cachettes maximum et minimum* (r est compris entre 0,8 et 1 pour les quatre pièces) et entre *la surface maximum et minimum de cachette* (r entre 0,68 et 0,94). Il existe un lien moins important entre *le nombre de cachettes maximum* et *la surface de cachette maximum* et entre les valeurs minimales de ces variables. Nous avons donc retenu une variable relative à *surface moyenne des zones de cachette* et une relative au *nombre moyen de zones de cachette*.

Figure 62 : Relation entre les variables relatives aux zones et nombre de cachettes



Source : illustration personnelle.

Nombre d'accès

Dans la base brute, nous avons trois variables relatives aux nombre d'accès dans la pièce : *le nombre d'accès depuis l'intérieur pour les personnes autistes, le nombre d'accès pour le personnel et le nombre d'accès sur l'extérieur*. Ces trois variables ont été réduites à deux (*le nombre d'accès sur l'extérieur et le nombre d'accès pour le personnel*) dans toutes les pièces après analyse des corrélations de ces variables entre elles. En effet, *le nombre d'accès accessibles pour les résidents et celui accessibles pour le personnel* sont liés puisque l'un inclut l'autre. Nous conserverons celui *accessible pour le personnel* qui se réfère plus à la perméabilité (entrée d'où une personne peut surgir dans la pièce) et qui englobe l'autre.

²⁴¹ Pour la définition de ces variables, nous invitons le lecteur à se reporter au paragraphe III.2.1.2 Les variables locales (p. 92).

Relation entre les variables relatives au nombre d'angles

Concernant les angles dans les pièces nous avons mesurés d'une part la *quantité d'angles rentrants et sortants* et d'autre part parmi ces angles la quantité permettant *qu'une personne puisse se cacher* et la *quantité totale*²⁴². L'étude des relations entre les variables relatives aux angles avait donc pour objectif notamment de :

- Détecter si les deux types d'angles étaient corrélés (cachette/totale) afin d'en conserver un seul sur les deux.
- Détecter si les *quantités d'angles rentrant et sortant* sont corrélées pour éventuellement avoir une seule variable relative à la quantité d'angles dans la pièce.

La *quantité d'angles « totale » rentrant* et celle *d'angles « cachette » rentrant* sont très corrélées quelles que soient les pièces concernées. Il en est de même pour la *quantité d'angles « totale » sortant* et celles *d'angles « cachette » sortant*. Nous conserverons les valeurs *d'angles « totale »* car elles englobent *les angles cachette*. Les variables relatives aux *« angles sortant »* et celles relatives aux *« angles rentrant »* sont très corrélées dans les salles d'activités (r est supérieur à 0,9) et moyennement dans le salon et la salle à manger.

Acoustique

Temps de réverbération

Pour caractériser le temps de réverbération (Tr), les mesures sont prises en cinq points, pour deux positions de source, soit dix mesures par pièce²⁴³. Les temps de réverbération dépendent de la fréquence, et le résultat brut d'une mesure prend alors la forme d'un vecteur, dont le nombre de composantes (de valeurs) dépend de l'étendue de la bande de fréquence considérée. Un premier traitement consiste à faire la moyenne et l'écart type des dix valeurs obtenues pour chaque fréquence, ce qui constitue des vecteurs *Tr moyen* et *Tr écart-type*. Les valeurs (scalaires) *maximale, minimale, moyenne et écart-type* (vis-à-vis de la position) peuvent aussi être calculées pour différentes gammes de fréquences, large [250Hz-1000Hz], ou dans un intervalle plus réduit, fréquemment utilisé dans la réglementation²⁴⁴ [400Hz-2500Hz].

Nous avons donc dans la base de données « originelle » ou « brute » 8 valeurs scalaires et 2 vecteurs. Pour les premières analyses statistiques, nous avons retenu uniquement les valeurs larges bande afin de détecter si déjà à ce niveau des dépendances significatives émergent avec les données cliniques. Nous testerons dans un second temps, si nécessaire, les valeurs par bande de fréquence (les vecteurs). L'analyse des relations entre les huit variables relatives au temps de réverbération avait notamment pour objectif de :

²⁴² Nous invitons le lecteur à se reporter au paragraphe III.2.1.2 Les variables locales (p.78) pour la définition de ces variables.

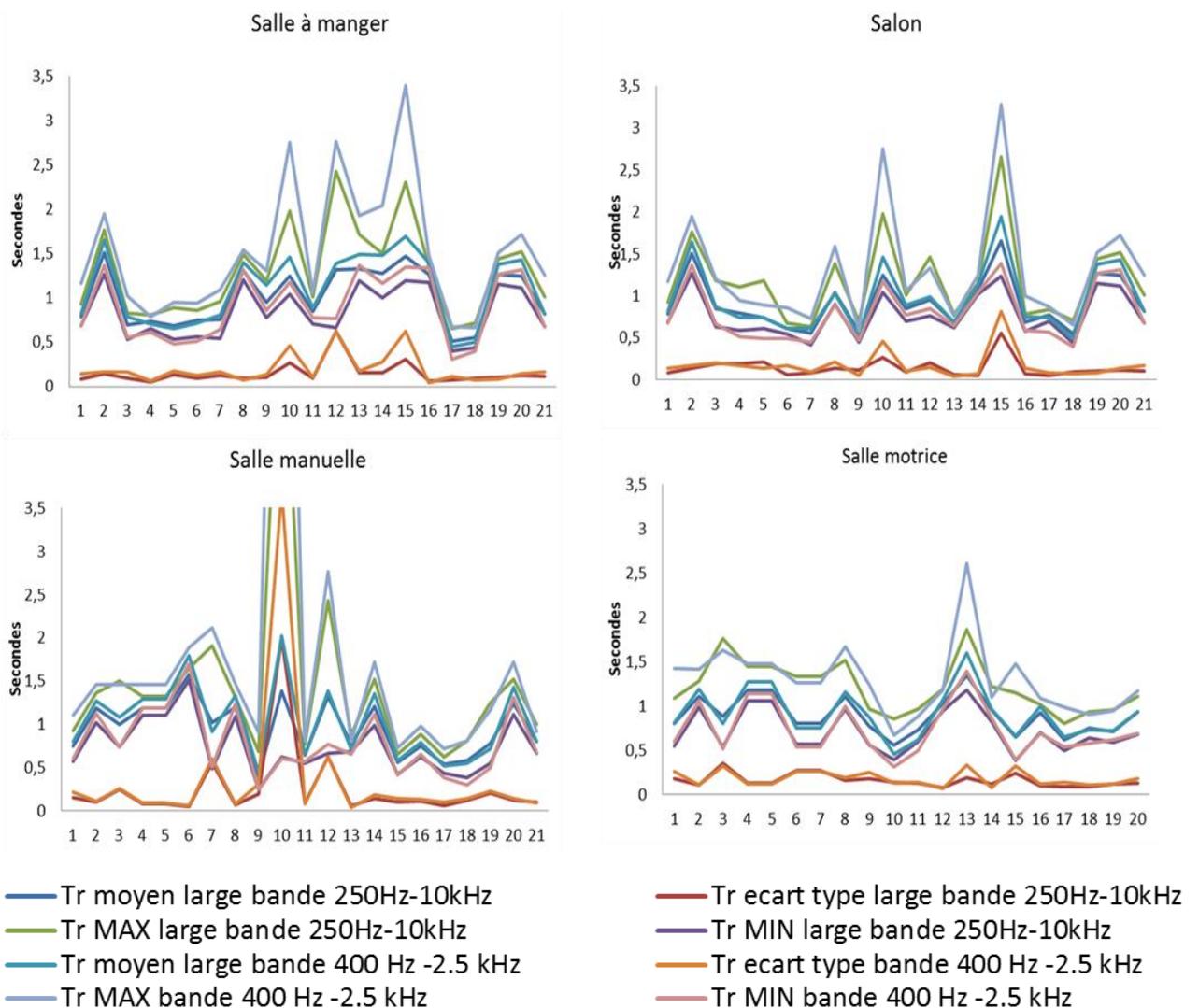
²⁴³ Il est possible de se référer au paragraphe III.2.1.2 p. 86 pour une description précise du protocole de caractérisation acoustique.

²⁴⁴ La gamme réduite de 400Hz-2500Hz correspond aux octaves centrées sur 500, 1000 et 2000 Hz qui sont fréquemment utilisés dans la réglementation MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE. (2003).

- Détecter si les *deux gammes de fréquence* étaient corrélées entre elles et s'il était alors possible de n'en conserver qu'une sur les deux.
- Détecter si les *temps de réverbération moyen, maximum, minimum et si l'écart type* sont corrélés entre eux, pour ne conserver que certaines de ces grandeurs.

Les résultats du test de corrélation de Pearson et l'analyse des graphiques (Figure 63) montrent qu'il existe une corrélation importante des valeurs minimales, maximales et écart-type entre les deux intervalles considérés [250Hz-1000Hz] et [400Hz-2500Hz] (valeurs en bleu Tableau 20). Il est donc possible de garder une seule des deux gammes de fréquence. Nous conserverons donc la gamme plus large. Les résultats du test de corrélation montrent également une corrélation importante (pour les deux gammes de fréquence) entre le *Tr moyen* et les *Tr maximum et minimum* (valeurs en vert Tableau 20). Les variables relatives à l'écart type sont plus faiblement corrélées avec les autres sauf pour les valeurs de *Tr maximum*. Deux variables seules permettent de résumer l'ensemble et pourront donc être conservées : *le temps de réverbération moyen et l'écart type de la gamme de 250Hz-10kHz*.

Figure 63 : Relation entre les variables relatives aux temps de réverbération



Source : illustration personnelle.

Tableau 20 : Relations entre les variables relatives aux temps de réverbération

		Tr moyen [250Hz- 10kHz]	Tr E-T [250Hz- 10kHz]	Tr max [250Hz- 10kHz]	Tr min [250Hz- 10kHz]	Tr moyen [400Hz- 2,5kHz]	Tr E-T [400Hz- 2,5kHz]	Tr max [400Hz- 2,5kHz]
SALLE À MANGER	Tr E-T [250Hz-10kHz]	0,44	-	-	-	-	-	-
	Tr max [250Hz-10kHz]	0,90	0,77	-	-	-	-	-
	Tr min [250Hz-10kHz]	0,92	0,08	0,69	-	-	-	-
	Tr moyen [400Hz-2,5kHz]	0,99	0,41	0,88	0,92	-	-	-
	Tr E-T [400Hz-2,5kHz]	0,46	0,89	0,78	0,17	0,47	-	-
	Tr max [400Hz-2,5kHz]	0,83	0,74	0,96	0,64	0,84	0,86	-
	Tr min [400Hz-2,5kHz]	0,94	0,14	0,73	0,99	0,95	0,21	0,68
SALON	Tr E-T [250Hz-10kHz]	0,60	-	-	-	-	-	-
	Tr max [250Hz-10kHz]	0,93	0,83	-	-	-	-	-
	Tr min [250Hz-10kHz]	0,97	0,43	0,85	-	-	-	-
	Tr moyen [400Hz-2,5kHz]	0,99	0,62	0,94	0,96	-	-	-
	Tr E-T [400Hz-2,5kHz]	0,64	0,92	0,83	0,50	0,68	-	-
	Tr max [400Hz-2,5kHz]	0,90	0,78	0,96	0,82	0,92	0,88	-
	Tr min [400Hz-2,5kHz]	0,96	0,44	0,85	0,98	0,97	0,51	0,84
SALLE MANUELLE	Tr E-T [250Hz-10kHz]	0,34	-	-	-	-	-	-
	Tr max [250Hz-10kHz]	0,57	0,96	-	-	-	-	-
	Tr min [250Hz-10kHz]	0,82	-0,19	0,10	-	-	-	-
	Tr moyen [400Hz-2,5kHz]	0,96	0,50	0,72	0,74	-	-	-
	Tr E-T [400Hz-2,5kHz]	0,31	0,99	0,95	-0,16	0,51	-	-
	Tr max [400Hz-2,5kHz]	0,48	0,96	0,99	0,02	0,66	0,98	-
	Tr min [400Hz-2,5kHz]	0,83	-0,19	0,09	0,99	0,74	-0,16	0,02
SALLE MOTRICE	Tr E-T [250Hz-10kHz]	-0,10	-	-	-	-	-	-
	Tr max [250Hz-10kHz]	0,76	0,53	-	-	-	-	-
	Tr min [250Hz-10kHz]	0,96	-0,32	0,61	-	-	-	-
	Tr moyen [400Hz-2,5kHz]	0,98	-0,15	0,70	0,95	-	-	-
	Tr E-T [400Hz-2,5kHz]	-0,02	0,86	0,48	-0,24	0,005	-	-
	Tr max [400Hz-2,5kHz]	0,73	0,39	0,86	0,59	0,76	0,61	-
	Tr min [400Hz-2,5kHz]	0,96	-0,29	0,63	0,99	0,97	-0,17	0,66

Isolement

Pour le traitement statistique nous n'avons pas considéré les mesures d'isolement. D'une part, parce que le bruit de fond est une résultante de l'isolement. D'autre part, il est difficile d'avoir une seule valeur d'isolement par pièce permettant une comparaison entre les différentes pièces du corpus. L'isolement peut en effet être mesuré pour chaque paroi d'une pièce. Il faudrait donc créer une variable relative à l'isolement moyen de toutes les parois de la pièce. Ces mesures d'isolement pourront être mobilisées par la suite, pour interpréter les résultats des bruits de fond.

Bruit de fond

Pour caractériser le bruit de fond des pièces en fonctionnement « proche de la normale » nous avons retenu quatre valeurs du niveau de pression sonore large bande (*le LAeq²⁴⁵ moyen vis-à-vis des différentes positions de mesure, l'écart type du LAeq, le LAeq maximum et le LAeq minimum*) et deux vecteurs contenant ce niveau de pression en fonction de la fréquence

²⁴⁵ Le LAeq désigne une pression acoustique d'un bruit constant dont l'énergie est équivalente à celle du bruit réel, lequel varie dans le temps.

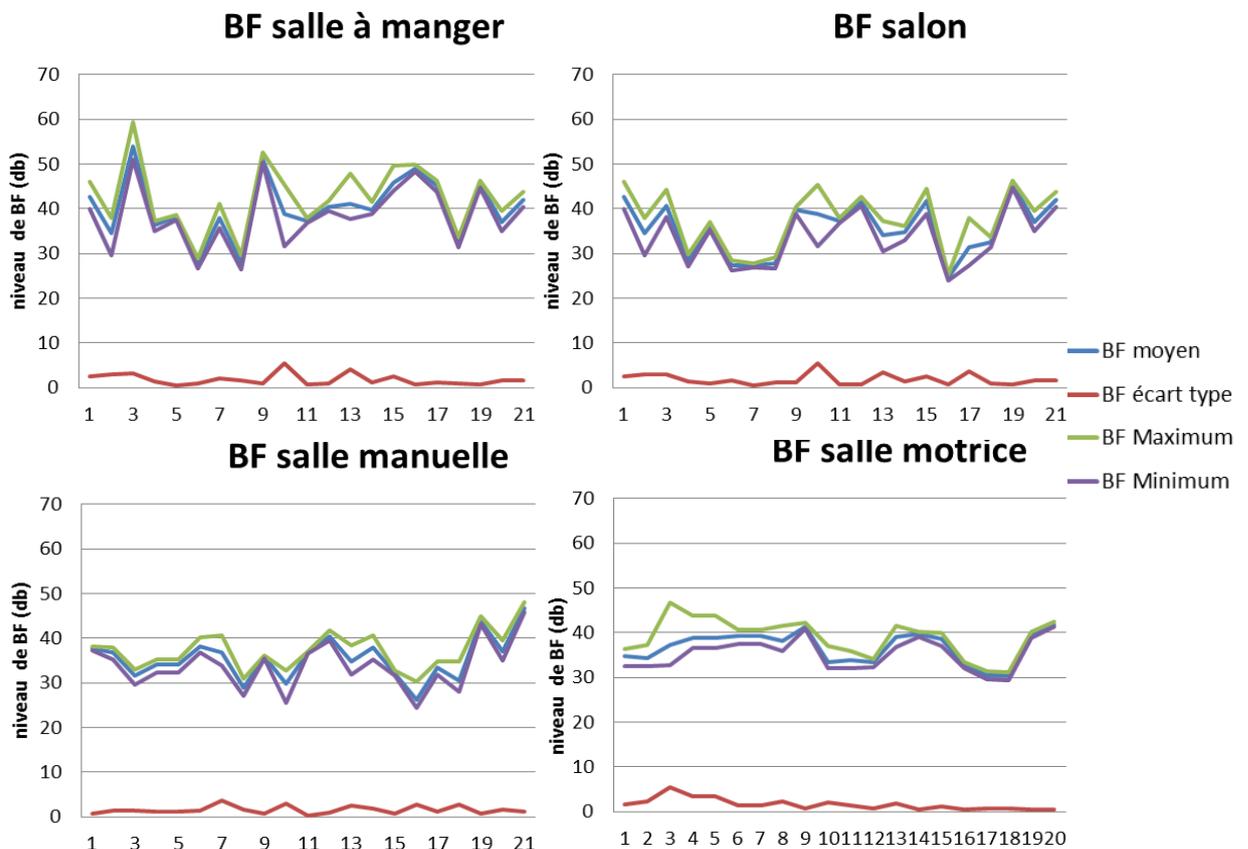
(le *Leq* moyen vis-à-vis des positions de mesure et son écart type). Nous avons donc dans la base de données « brute » 4 valeurs scalaires et 2 vecteurs.

Les résultats du test de corrélation de Pearson (Tableau 21) et l'analyse graphique (Figure 64) des 4 variables large bande montrent une corrélation importante entre les *bruits de fond moyen, maximum et minimum*. En revanche *l'écart type* est faiblement corrélé avec ces variables. Nous conserverons donc seulement deux valeurs scalaires pour les bruits de fond : *le bruit de fond moyen et l'écart type du bruit de fond*.

Tableau 21 : Relations des variables relatives aux bruits de fond

		Bruit de fond moyen	Bruit de fond écart-type	Bruit de fond Maximum
SALLE À MANGER	Bruit de fond écart-type	r = 0,08	-	-
	Bruit de fond Maximum	r = 0,97	r = 0,32	-
	Bruit de fond Minimum	r = 0,97	r = -0,13	r = 0,89
SALON	Bruit de fond écart-type	r = 0,17	-	-
	Bruit de fond Maximum	r = 0,96	r = 0,41	-
	Bruit de fond Minimum	r = 0,96	r = -0,10	r = 0,86
SALLE MANUELLE	Bruit de fond écart-type	r = -0,41	-	-
	Bruit de fond Maximum	r = 0,97	r = -0,19	-
	Bruit de fond Minimum	r = 0,99	r = -0,54	r = 0,92
SALLE MOTRICE	Bruit de fond écart-type	r = 0,12	-	-
	Bruit de fond Maximum	r = 0,86	r = 0,60	-
	Bruit de fond Minimum	r = 0,96	r = -0,13	r = 0,71

Figure 64 : Relation entre les variables relatives aux bruits de fond



Source : illustration personnelle.

Éclairage naturel

Dans la base initiale, nous avons, concernant l'éclairage naturel, les variables suivantes :

- *la quantité de lumière (surface vitrée à l'est, à l'ouest, au nord, au sud, surface totale, pourcentage de surface vitrée, surface vitrée par m², surface vitrée par m³),*
- *la position des ouvertures (vitrage jusqu'au sol, zénithal...),*
- *l'évaluation experte de la qualité de l'éclairage,*
- *la différence de lumière dans la pièce d'un point à l'autre (évaluation experte),*
- *le vitrage intérieur (surface et quantité),*
- *les systèmes d'occultation (masques lointains, fixes et mobiles).*

Les variables « *nombre d'orientation* » et la présence de « *pièce poly orientée ou mono orientée* » sont corrélées. Il est donc possible de n'en retenir qu'une sur les deux. Nous avons retenu *le nombre d'orientation* car cette variable quantitative apporte plus d'informations. *La présence de vitrage zénithal et la surface de vitrage zénithal* sont associées, nous avons donc conservé uniquement la variable relative à la surface.

Relation entre le nombre d'orientation, l'évaluation experte et les différences de lumière dans la pièce.

Le *nombre d'orientations* présentes dans la pièce n'est pas très lié au ressenti que l'on peut avoir dans la pièce ($r= 0,30$ pour la salle à manger, $r= 0,41$ pour le salon, $r= 0,46$ pour la salle « manuelle » et $r= 0,40$ pour la salle « motrice »). Dans le salon et dans la salle « motrice » on ne peut pas rejeter l'hypothèse selon laquelle le *nombre d'orientations* présent et la *présence de différence de lumière* seraient liés mais une des variables ne permet pas de déterminer l'autre (les coefficients de corrélation ne sont pas très élevés). La *présence de différences de lumière* dans la pièce et *l'évaluation qualitative de l'éclairage naturel* que l'on peut avoir dans cette pièce ne semblent pas particulièrement liés.

Relation entre la quantité d'éclairage, l'évaluation experte et la différence de lumière dans la pièce.

Dans les salles d'activités, le *pourcentage d'éclairage naturel* et le fait que la pièce soit jugée lumineuse sont très liés ($r= 0,78$ pour la salle d'activités manuelles et $r= 0,83$ dans la salle d'activités motrices). Dans le salon et les salles à manger, ces deux variables sont plus faiblement liées ($r= 0,46$ pour la salle à manger, $r= 0,57$ pour le salon). Le même constat peut être fait entre la variable relative à la *surface de vitrage totale* et *l'évaluation experte* que ($r= 0,36$ dans la salle à manger ; $r= 0,45$ dans le salon ; $r= 0,61$ dans la salle « manuelle » et $r= 0,75$ dans la salle « motrice »). Il est ainsi possible de constater que les mesures « *physiques* » de la quantité réelle de vitrage dans la pièce et « *l'évaluation experte* » sont liées ; malgré tout il semble exister un écart entre ces deux types de mesures (particulièrement dans le salon et les salles à manger). Cet écart peut provenir du fait que d'autres facteurs que la quantité de vitrage influencent le ressenti lumineux comme l'orientation de la pièce, le moment de la journée, le niveau d'enseulement...). Il est donc intéressant de conserver ces variables qui mesurent bien des choses différentes et qui se complètent. La quantité d'éclairage naturel

(*surface vitrée totale et pourcentage d'ouverture*) n'est pas particulièrement liée à la présence de différences de lumière dans la pièce.

Relations entre les variables : surface vitrée totale, pourcentage d'ouverture, surface vitrée/surface de la pièce et surface vitrée/volume de la pièce.

Nous avons détecté dans l'ensemble des pièces, l'existence d'une relation de multi-colinéarité non parfaite entre la *surface vitrée totale*, la *surface de la pièce* et la *surface vitrée par m²*. De la même manière, il semble exister une relation de multi-colinéarité non parfaite entre la *surface vitrée totale*, le *volume de la pièce* et la *surface vitrée par m³*. À l'évidence, pour une grande pièce, on s'attend à trouver une plus grande surface vitrée. C'est bien généralement le cas, mais on observe que cette variation n'est pas proportionnelle : la *surface vitrée* augmente généralement un peu moins vite que la *surface de la pièce* (hormis dans les salles d'activités motrices dans lesquelles la *surface de la pièce* a tendance à augmenter un peu moins vite que la *surface vitrée*).

Nous avons également pu noter que les variables suivantes sont associées entre elles (Tableau 22) :

- La variable *surface vitrée par m²* et la variable *pourcentage d'ouverture*,
- La variable *surface vitrée par m³* et la variable *pourcentage d'ouverture*,
- La variable *surface vitrée par m³* et la variable *surface vitrée par m²*,
- La variable *surface vitrée totale* (et ce surtout dans les salles d'activités) et la variable *pourcentage d'ouverture*,
- La variable *surface vitrée totale* (et ce surtout dans les salles d'activités) et la variable *surface vitrée par m³*,
- La variable *surface vitrée totale* (et ce surtout dans les salles d'activités) et la variable *surface vitrée par m²*,

Pour la base de données réduite, nous avons conservé la *surface de la pièce* et uniquement le *pourcentage d'ouverture* qui ne sont pas très corrélés ensemble et qui n'entretiennent pas de relations de multi-colinéarité. Pour la base élargie, nous avons également conservé la *surface totale de vitrage*.

Tableau 22 : Relations des variables relatives à la quantité de vitrage

		Surface vitrée totale	Pourcentage d'ouverture	Surface vitrée par m ²
SALLE À MANGER	Pourcentage d'ouverture	r = 0,54	-	
	Surface vitrée par m ²	r = 0,61	r = 0,8	
	Surface vitrée par m ³	r = 0,65	r = 0,78	r = 0,90
SALON	Pourcentage d'ouverture	r = 0,72	-	
	Surface vitrée par m ²	r = 0,66	r = 0,87	
	Surface vitrée par m ³	r = 0,67	r = 0,85	r = 0,88
SALLE MANUELLE	Pourcentage d'ouverture	r = 0,81	-	
	Surface vitrée par m ²	r = 0,90	r = 0,94	
	Surface vitrée par m ³	r = 0,90	r = 0,77	r = 0,90
SALLE MOTRICE	Pourcentage d'ouverture	r = 0,98	-	
	Surface vitrée par m ²	r = 0,92	r = 0,93	
	Surface vitrée par m ³	r = 0,92	r = 0,91	r = 0,80

Relations entre les variables : nombre d'orientations et quantité de vitrage (surface vitrée totale, pourcentage d'ouverture).

Les relations entre le *nombre d'orientation* dans la pièce et les variables relatives à la quantité de vitrage sont assez variables d'une pièce à l'autre. C'est dans le salon que la quantité d'éclairage naturelle semble être la plus liée au *nombre d'orientations* ($r= 0,74$ pour le *pourcentage d'ouverture*, $r= 0,93$ avec la surface vitrée totale) et c'est dans la salle d'activités manuelles que ces deux variables sont le moins liées ($r=0,24$ pour le *pourcentage d'ouverture* et $r= 0,47$ pour la *surface vitrée totale*).

La surface vitrée totale étant la somme des surfaces vitrées par orientation, nous pourrions donc utiliser soit une seule variable : la *surface vitrée totale*, soit les 5 autres (*Nord, Sud, Est, Ouest, Zénithale*). Dans un premier temps nous conserverons la *surface vitrée totale*. Au cas, où nous détecterions un lien avec les variables cliniques nous pourrions alors regarder en détail si certains troubles se manifestent plus quand le vitrage est plus important en fonction d'une orientation.

Éclairage artificiel

Les variables *quantité d'éclairage par m³*, *quantité d'éclairage totale*, *présence de circuits autonomes*, *présence d'éclairages simultanément au mur et au plafond* et *de l'éclairage artificiel* n'étant que peu corrélées entre elles, elles sont toutes conservées dans la base réduite.

Colorimétrie

Pour les variables relatives aux couleurs, il y avait dans la base brute 83 variables par pièce qui ont été réduite à 29 ou 27 variables selon les pièces à partir de la démarche expliquée ci-dessous. Dans toutes les pièces du corpus, y compris dans les circulations et parcours (pour les sols, murs, plafonds et portes), une multi colinéarité parfaite entre la *saturation maximum*, la *saturation minimum*, et la *différence entre la saturation maximum et minimum*. De la même manière, il y a une multi colinéarité parfaite entre *l'obscurité maximum*, *l'obscurité minimum* et la différence entre les deux.

Pour les sols comme pour les plafonds, deux cas de figures émergent de l'analyse des données. Le premier concerne des pièces dans lesquelles le sol et le plafond sont toujours homogènes dans la pièce (c'est le cas des salles à manger, des chambres, des WC et des salles d'activités manuelles pour les sols et des WC et des salles de bains pour les plafonds). Dans ce cas nous avons conservé uniquement une valeur pour *l'obscurité* du sol et une valeur pour la *saturation* et la variable relative à la présence de sol tacheté. Le second cas concerne des pièces où il y a des *différences de traitement au niveau du sol* dans la pièce (c'est le cas pour les salons, les salles d'activités motrices et les salles de bain). Dans ce cas-là, l'analyse des relations entre les variables a permis de détecter pour l'ensemble de ces pièces une corrélation :

- Très importante entre *l'obscurité maximum* et *l'obscurité minimum* ($r= 0,94$ pour la SDB ; $r= 0,85$ pour le salon, $r= 0,98$ pour la salle « motrice »)

- Très importante entre la *saturation maximum* et la *saturation minimum* ($r= 0,99$ pour la SDB, $r= 0,99$ pour le salon, $r= 0,92$ pour les salles « motrices »).
- Parfaite entre la *différence de saturation* et la *différence d'obscurité*.
- Importante voir parfaite entre *l'utilisation de plusieurs couleurs* et/ou la *différence de traitement d'une zone à l'autre* et les *différences d'obscurité* et de *saturation*.

Lorsque l'on note des différences au sein de la même pièce pour les sols, ces dernières demeurent rares, par conséquent les valeurs « maximales » et « minimales » sont fréquemment identiques pouvant expliquer les corrélations très fortes.

Par conséquent, pour les sols des pièces présentant des différences nous conserverons uniquement une valeur pour *l'obscurité* et une pour la *saturation* et la *présence de sol tacheté*. Nous avons retenu la *saturation* et *l'obscurité* la plus présente dans la pièce. S'il n'est pas possible de déterminer une variable plus présente nous choisissons la valeur maximum qui semble être la plus problématique pour la pathologie autistique. Dans la base élargie la *présence de différences d'une zone à l'autre* a été conservée. Dans les pièces où le plafond est homogène ou dans celles où il y a des différences, les variables relatives aux plafonds sont toutes très corrélées entre elles. Ainsi, les 19 variables initiales des plafonds ont été réduites et transformées en une ou deux variables en fonction des pièces : *présence de différence de teintes* et *utilisation d'autres couleurs que du blanc ou du gris*.

Pour les murs, on trouve généralement une corrélation :

- Importante entre *l'obscurité maximum* et la différence entre *l'obscurité maximum et minimum* (Tableau 23).
- Assez importante entre la *différence d'obscurité* et la *différence de saturation* (r entre 0,6 et 0,85).
- Moyennement élevée entre la *saturation maximum* et la différence entre la *saturation maximum* et la *saturation minimum* (Tableau 24).
- Importante entre les *différences de traitement* et *l'utilisation de plusieurs couleurs* et la *différence d'obscurité et de saturation*.
- Une corrélation faible entre *l'obscurité maximum* et *l'obscurité minimum* » (Tableau 23).

Des « *différences d'obscurité* » importantes sont essentiellement à rattacher aux valeurs *maximum d'obscurité*. Les murs ont plus fréquemment que les portes ou les sols plusieurs couleurs ce qui peut expliquer la corrélation faible entre les *valeurs minimum et maximum d'obscurité*. Nous avons donc conservé par pièce *l'obscurité maximum* et *l'obscurité minimum*, la *saturation maximum* et la *saturation minimum*, la *présence de différences de traitement d'une zone à l'autre* et/ou *l'utilisation de plusieurs couleurs* (hormis dans les chambres pour lesquelles nous avons conservé la *saturation maximum* et la *différence entre saturation maximum et minimum*).

Pour les portes, certaines pièces présentent (notamment pour les WC et les SDB) pas ou peu de différences de teintes (les variables relatives aux différences sont donc quasiment constantes et ont été supprimées). Dans les salles à manger, salon et salle d'activités motrices, la corrélation entre *l'obscurité maximum et minimum* et celle entre *la saturation maximum et minimum* sont importantes. Car il y a souvent une seule couleur sur les portes et les valeurs minimales et maximales sont alors identiques. Dans ces trois pièces, les variables « *obscurité maximum* » et « *saturation maximum* », qui pourraient être plus problématiques pour les personnes autistes ont été conservées, tout comme la différence entre le maximum et minimum. Enfin, il est possible de noter une corrélation élevée entre *l'utilisation de plusieurs couleurs* et/ou la *différence de traitement* et la *différence d'obscurité et de saturation* dans la pièce. Ainsi, pour les salles à manger, salon et salle motrice nous avons conservé : les valeurs maximales pour la *l'obscurité* et la *saturation* et les différences entre la *saturation/obscurité maximum et minimum* et la *différence entre la couleur de la porte et le mur qui lui est directement adjacent*. Le même type d'analyse pour les salles manuelles nous conduit à ne conserver pour ces pièces uniquement *l'obscurité maximum et minimum* et la *saturation maximum, minimum, la différence de traitement d'une zone à l'autre, et la différence entre la couleur de la porte et le mur qui lui est directement adjacent*.

Par ailleurs, dans les parcours *l'homogénéité de teintes* entre la pièce mesurée et celle directement en contact est très corrélée avec *l'homogénéité de saturation* et *l'homogénéité de clarté* que ce soit pour les murs, les sols ou les plafonds.

Tableau 23 : Relations entre les variables relatives à la clarté des murs

		Obscurité maximum
SALLE À MANGER	Obscurité minimum	r= -0,08
	Différence entre obscurité maximum et minimum	0,97
SALON	Obscurité minimum	r= 0,2
	Différence entre obscurité maximum et minimum	0,94
SALLE MANUELLE	Obscurité minimum	r=0,40
	Différence entre obscurité maximum et minimum	0,94
SALLE MOTRICE	Obscurité minimum	r =0,13
	Différence entre obscurité maximum et minimum	r=0,97
SALLE DE BAIN	Obscurité minimum	r= 0,22
	Différence entre obscurité maximum et minimum	r= 0,68

Tableau 24 : Relations entre les variables relatives à la saturation des murs

		Saturation maximum
SALLE À MANGER	Saturation minimum	r= 0,31
	Différence entre saturation maximum et minimum	r= 0,68
SALON	Saturation minimum	r= 0,35
	Différence entre saturation maximum et minimum	r= 0,63
SALLE MANUELLE	Saturation minimum	r= 0,57
	Différence entre saturation maximum et minimum	r= 0,54
SALLE MOTRICE	Saturation minimum	r= 0,52
	Différence entre saturation maximum et minimum	r= 0,62
SALLE DE BAIN	Saturation minimum	r= 0,66
	Différence entre saturation maximum et minimum	r= 0,37

Les matériaux

Pour les sols, nous avons dans la base brute entre 7 à 8 variables en fonction des pièces, ces variables ont été réduites à 2 une fois les variables constantes et trop dépendantes entre elles écartées. Nous avons pour les murs 12 variables qui ont été réduites à 6 ou 7 en fonction des pièces. Quand il y a *plusieurs matériaux* dans la pièce il y a généralement *plusieurs textures différentes*. La connaissance des matériaux utilisés renseigne sur la *température ressentie*, la *dureté* et *parfois la texture* (l'inverse n'est pas forcément vrai). Ainsi nous retiendrons pour l'analyse des résultats que :

- Quand il y a du carrelage, le sol est généralement dur, un peu rugueux et il y a une grande différence de température ressentie
- Quand le sol est en béton, il est dur, lisse et présente une grande différence de température ressentie
- Quand il y a un revêtement de type « sol souple », le sol est généralement moyennement mou ou moyennement dur, il présente peu de différences au ressenti. La texture est généralement lisse sauf dans les salles de bain et les salles manuelles.
- Les murs peints avec de la toile de verre sont un peu rugueux, moyennement durs et que la différence de température est peu ressentie.
- Les murs peints sans toile de verre sont lisse, dur et que la différence de température est moyennement ou grandement ressentie.
- Les murs crépis sont rugueux, durs et la différence de température est moyennement ressentie.
- Les revêtements plastifiés sont lisses et jamais durs.
- Les murs avec de la tapisserie sont un peu rugueux ou lisses (ils ne sont jamais totalement rugueux), jamais durs et ils présentent aucune ou peu de différence de température.
- Le carrelage mural est un peu rugueux, dur et une grande différence de température est ressentie.

Ont donc été retenues comme variables la *présence de différences de matériaux* et la *typologie* de ceux-ci (et pour les sols leur *texture*). De plus, dans les parcours, *l'homogénéité de matériaux* s'accompagne souvent d'une *homogénéité de relief* que ce soit pour les murs, les sols ou les plafonds.

Thermique

Dans la base brute initiale, il y avait par pièce 9 variables permettant de décrire l'ambiance thermique. Ces variables qui permettaient d'apprécier la *typologie du chauffage*, le *confort thermique l'été et l'hiver*, la *présence de climatisation*, la *régulation* (régulation possible, régulation utilisée par les résidents et autonomie du système) et le nombre d'appareils de chauffage ont été réduites à 4 variables par pièce.

Le nombre d'appareils de chauffage présent dans la pièce est corrélé avec leur *typologie*. En effet, comme nous avons pu le voir, les différentes pièces du corpus ont généralement soit un système de convecteurs muraux, soit du chauffage au sol qui pour ce dernier se traduit par une

quantité nulle d'appareils de chauffage. La possibilité de pouvoir *réguler l'ambiance thermique* est liée à la *typologie du chauffage*. Les pièces ayant du chauffage au sol ont moins souvent un système de régulation accessible que les pièces possédant des convecteurs muraux. Par conséquent, le fait de connaître le *type de chauffage* renseigne sur la possibilité de réguler ou non la température. Nous pourrions donc retenir seulement le *type de chauffage* qu'il y a dans la pièce. De plus, lorsque les résidents ont *accès à la régulation*, ils ne l'utilisent pas ou peu comme nous l'avons décelé durant l'analyse descriptive. Nous avons donc conservé uniquement la variable relative à la *typologie de chauffage*. La *typologie de chauffage* et le *confort thermique* ne semblent pas varier ensemble. La présence de chauffage au sol ou au mur n'influencerait donc pas de manière significative le ressenti que l'on aurait dans les pièces de notre corpus. À partir de nos données nous ne pouvons pas conclure que le *confort thermique en hiver et en été* seraient liés. Autrement dit ce n'est pas parce que la pièce est considérée comme *confortable l'hiver* qu'elle est considérée systématiquement *confortable l'été*. Il est donc intéressant de les conserver. Ainsi nous avons retenu quatre variables qui ne sont pas particulièrement liées entre elles et qui permettent de connaître *la typologie du chauffage*, de savoir si la pièce possède *un système de climatisation* et enfin de caractériser le *confort thermique l'été et l'hiver*.

Chapitre V. Relations entre les variables architecturales et cliniques

V.1 Présentation des variables cliniques et architecturales retenues pour l'analyse

Cette partie est consacrée à l'étude des relations entre les variables architecturales et les variables cliniques témoins d'un bien-être ou d'un mal-être qui ont été appréhendées par les cliniciens à partir d'un questionnaire standardisé : l'EPOCAA²⁴⁶ (l'Échelle Pour l'Observation des Comportements d'Adultes avec Autisme). Pour cela des analyses statistiques (analyse canonique de corrélation, analyse de redondance, régression linéaire, analyse de covariance) sont destinées à consolider des hypothèses sur l'impact des paramètres du cadre bâti (présentés dans les parties précédentes) sur l'état clinique des personnes atteintes de TSA. Pour pouvoir réaliser ces traitements statistiques, nous avons identifié les variables cliniques qui émergent comme explicables par l'environnement architectural, les variables architecturales susceptibles d'expliquer ces indicateurs de troubles et enfin les variables contrôlées. Un premier temps est donc consacré à la présentation des variables retenues et de leur statut dans l'analyse. Ensuite, nous exposerons en détail la méthodologie, puis les résultats de l'analyse de corrélation canonique et de redondance, puis ceux des modèles de covariance et de régression linéaire. Enfin, des premières pistes de recommandations seront dégagées à partir de ces résultats et les perspectives futures seront exposées.

V.1.1 Les variables architecturales : le groupe de variables explicatives

Nous avons retenu les variables architecturales de la base de données élargie. En effet, même si certaines variables peuvent être dépendantes les unes des autres nous ne savons pas a priori lesquelles pourraient être les plus impactantes sur l'état clinique des personnes autistes. Notre démarche de recherche se veut exploratoire et non confirmatoire. De plus ces variables sont toutes relatives à une même pièce et participent donc d'un même cadre bâti au sein duquel ces variables interagissent entre elles. Si l'on prend l'exemple de la *surface*, du *volume* et de la *hauteur* d'une pièce ; ces trois variables sont liées mais l'on ne peut pas déterminer a priori laquelle de ces trois variables pourrait influencer « plus » les domaines de l'EPOCAA. Ces trois variables fonctionnent simultanément; et ce n'est peut être pas l'impact de la *hauteur* qui a une influence ou encore l'impact de la *surface* mais peut être l'impact de la *hauteur*, de la *surface* et du *volume* conjointement. De la même manière, Par exemple, la présence d'un

²⁴⁶ Pour la définition précise des données cliniques, nous invitons le lecteur à se reporter au paragraphe II.4.3.1 Les variables que l'on cherche à expliquer (page 73).

vitrage sur l'extérieur apporte en même temps la vision sur un univers non contrôlé, qui varie, rendant l'espace moins « confiné », mais il apporte aussi de la lumière naturelle, et réduit l'isolation acoustique. Ces trois conséquences, corrélées par une même cause, sont susceptibles d'avoir des impacts différents sur les personnes autistes. Par ailleurs, les corrélations observées correspondent au corpus analysé, mais ne constituent pas des relations toujours nécessaires : certains dispositifs architecturaux éventuellement peu mis en œuvre au sein du corpus peuvent contredire les corrélations (vitrage zénithal, protections solaires, triple vitrage : la vue peut être amenée sans la lumière, la lumière sans la vue ou sans le bruit. La connaissance des relations des variables architecturales entre elles sera mobilisée pour interpréter les résultats et en vérifier leur pertinence.

V.1.2 Les variables cliniques : le groupe de variables à expliquer

Le recueil des données cliniques par les psychologues (données issues du travail de L. Longuépée) à partir de l'Échelle Pour l'Observation des Comportements d'Adultes avec Autisme fournit trois groupes de variables : les variables de *l'EPOCAA sévérité* des troubles, celles de *l'EPOCAA diversité* des troubles et celles de *l'EPOCAA contexte*. *L'EPOCAA sévérité des troubles* renvoie à la fréquence d'apparitions des comportements sur une échelle à trois valeurs (parfois, souvent, très souvent). *l'EPOCAA diversité des troubles* quant à elle permet d'apprécier le nombre de manifestations différentes observées pour un même domaine de trouble (cette mesure ne tient pas compte du contexte spatial dans lequel apparaît le comportement). *l'EPOCAA contexte* a été mis en place par les cliniciens pour permettre de cibler leur évaluation en fonction des pièces mesurées dans le protocole de caractérisation architecturale. Cette dernière catégorie permet donc d'apprécier la présence du comportement dans une pièce précise (par exemple la présence ou l'absence de comportement *d'auto-agressivité* dans la salle à manger). Pour le traitement statistique conjoint des variables architecturales et cliniques nous avons conservé les variables de *l'EPOCAA contexte*. En effet, *L'EPOCAA sévérité des troubles* et *l'EPOCAA diversité des troubles* sont très corrélées entre elles (tous les coefficients sont supérieur à 0,8) dans toutes les pièces et *l'EPOCAA contexte* est également assez corrélé avec *L'EPOCAA sévérité et diversité des troubles* (sauf pour les domaines de *l'autonomie personnelle* et de *la réactivité au changement et à la frustration* dans certaines pièces). De plus, les variables de *l'EPOCAA contexte* nous ont semblé plus pertinentes à retenir du fait qu'elles apportent des informations supplémentaires sur le contexte dans lequel se manifestent les comportements²⁴⁷.

Dans les traitements statistiques qui suivront, ces variables auront le « statut » de variables « à expliquer » (qui pourront être nommées également variables « à modéliser » ou

²⁴⁷ Pour mémoire, L'EPOCAA contexte, comprend les treize domaines suivants : Domaine D01 : la recherche d'isolement, Domaine D02 : les interactions sociales, Domaine D03 : le contact visuel, Domaine D04 : les troubles thymiques/l'expression de l'angoisse, Domaine D05 : les conduites d'auto-agressive et la réactivité corporelle, Domaine D06 : les conduites agressives envers autrui (hétéro-agressivité), Domaine D07 : la manifestation de l'affectivité et contacts corporels, Domaine D08 : les activités et la réactivité sensori-motrices, les stéréotypies et les autostimulations, Domaine D09 : les réactions aux changements et à la frustration, Domaine D10 : l'utilisation des objets, Domaine D11 : la réactivité aux stimuli sensoriels, Domaine D12 : les conduites inappropriées/inadaptées en vie collective, Domaine D13 : l'autonomie personnelle qui recouvre notamment les conduites alimentaires et sphinctériennes.

« dépendantes ». Pour les variables cliniques que nous imaginons être dépendantes des variables architecturales et que nous cherchons à « expliquer » en partie par ces dernières nous avons un groupe constitué de 12 ou 13 variables quantitatives, le nombre diffère légèrement en fonction des pièces. En effet, des domaines de l'EPOCAA n'ont pas été considérés dans certaines pièces car l'analyse des troubles en fonction des pièces (cf graphiques en annexe 2) nous a permis de voir que certains troubles se manifestent rarement voire jamais dans ces lieux.

- Le domaine de « *la recherche d'isolement* » n'est pas pertinent, quand on cherche à l'observer dans les salles de bain, les sanitaires et les chambres. Le salon est la pièce dans laquelle il y a le plus de *recherche d'isolement*.
- Même si l'on part de l'hypothèse que les troubles liés aux *interactions sociales* apparaissent plus souvent dans des lieux fréquentés collectivement, il est possible de voir que ces derniers semblent se manifester dans toutes les pièces, justifiant que nous conservions les salles de bain, les sanitaires et les chambres malgré tout.
- Concernant les *troubles thymiques et l'expression de l'angoisse*²⁴⁸, il semblerait que ces comportements se manifestent plus dans les pièces collectives (en particulier dans le salon).
- C'est dans les circulations et salons qu'il y a le plus de *conduites auto agressives* et qu'il y a le plus de variations. Il y a moins de troubles dans les WC et les salles de bain.
- Les *conduites hétéro-agressives* sont plus rares dans les chambres et les WC. Elles sont plus fréquentes dans les pièces utilisées collectivement ou bien dans les circulations. Ces résultats semblent assez logique (il y a moins de *conduite agressive envers autrui* dans les pièces utilisées de manière quasi individuelle).
- Les troubles liés à *la manifestation de l'affectivité et aux contacts corporels* sont plus rare dans les WC et plus fréquents dans le salon et les circulations.
- Les conduites liées à *la réactivité sensori motrice, aux stéréotypies et à l'autostimulation* semblent moins fréquentes dans les WC et les salles de bain. Ce domaine clinique contient les items relatifs aux déambulations et nous pouvons voir que ces conduites sont assez fréquentes dans les circulations.
- Il y a globalement plus de *réactivité au changement et à la frustration* dans les espaces utilisés collectivement que dans les chambres, WC et les salles de bain.
- Les conduites relatives à *l'utilisations des objets* ne se manifestent pratiquement pas dans les salles de bains et dans les WC.
- Les conduites relatives à *la réactivité aux stimuli sensoriels* se manifestent rarement dans les WC. Elles apparaissent plus fréquemment dans les salles à manger, les salons et les circulations.
- Les conduites liées à *l'autonomie personnelle* semblent se manifester rarement dans les salles d'activités (manuelles et motrices) et dans les circulations. Ces conduites sont plus fréquentes dans les salles à manger, et les chambres.

²⁴⁸ Troubles thymiques : troubles de l'humeur.

Il semble donc y avoir **plus de troubles dans les pièces qui sont utilisées collectivement que dans les pièces individuelles**. Les WC et les SDB sont les deux pièces dans lesquelles les résidents paraissent présenter le moins de troubles dans les domaines de l'EPOCAA.

V.1.3 Les variables cliniques : le groupe de variables contrôlées

Nous avons considéré des variables contrôlées dans notre protocole de recherche. Ce sont des variables dont on veut neutraliser l'effet sur les variables « à expliquer ». Il s'agit de variables que l'on doit contrôler du fait de leur impact potentiel sur les domaines de l'EPOCAA. Les cliniciens ont consacré un premier temps de travail à vérifier l'impact des variables contrôlées sur les différents domaines de l'EPOCAA (comme par exemple l'impact du sexe du résident, de son âge, de son parcours institutionnel antérieur, de sa médication, de son niveau verbal, des activités qu'il pratique, du mode de fonctionnement de l'établissement etc...). Nous ne présenterons pas le résultat de ces tests qui ne constitue pas l'objet de notre travail et de nos apports (ces données et résultats sont issus du travail de L. Longuépée). Nous retiendrons seulement que trois variables doivent être maintenues comme variables contrôlées lors des tests statistiques :

- le *niveau verbal* qui correspond à une variable modale présentant quatre valeurs possibles (0=non verbal, 1=quelques mots/phrases en écholalie, 2=quelques mots, 3=mots et élaboration de phrases simples),
- la *médication* qui est une variable catégorielle non ordonnée comprenant quatre modalités (1=aucune médication psychotrope et/ou antiépileptique, 2=médication antiépileptique isolée, 3=médication psychotrope isolée, 4=médication combinée psychotrope + antiépileptique),
- le *sexe des résidents* qui est une variable binaire.

Le Tableau 25 résume les variables contrôlées à appliquer en fonction des domaines de l'EPOCAA. Tableau 25 : Les variables contrôlées et les domaines de l'EPOCAA²⁴⁹

Variables à expliquer	Variables contrôlées à appliquer
D01 Recherche d'isolement	∅
D02 Interactions sociales	Niveau Verbal
D03 Contact visuel	∅
D04 Troubles thymiques et manifestations de l'angoisse	Sexe et Médication
D05 Conduites auto-agressives	∅
D06 Conduites hétéro-agressives	Médication
D07 Manifestation de l'affectivité	∅
D08 Réactivités sensori-motrices / Stéréotypies / Autostimulations	Niveau verbal
D09 Réactivité au changement et à la frustration	Médication
D10 Utilisation des objets	∅
D11 Réactivité aux stimuli sensoriels	∅
D12 Conduites inadaptées en collectivité	Niveau verbal
D13 Autonomie personnelle	∅

²⁴⁹ Tableau récapitulatif réalisé à partir des résultats du travail de LONGUEPEE L.

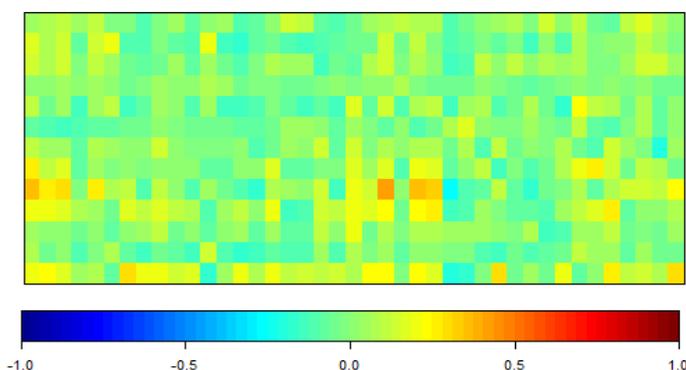
V.2 Méthodologie statistique

Pour faire émerger les dépendances entre les variables « explicatives » (variables architecturales) et les variables « cibles » (variables cliniques), des méthodes d'analyses supervisées introduisant des variables cibles ont été utilisées. L'objectif de cette étape est de construire des hypothèses de travail à tester expérimentalement par la suite, il s'agit bien d'une démarche à vocation exploratoire et non confirmatoire.

V.2.1 Analyse bivariée

L'analyse bi-variée consiste ici à étudier les relations monotones entre deux variables à partir des coefficients de corrélation de Pearson et de Spearman. Le coefficient de corrélation de Pearson mesure l'existence d'une relation linéaire entre deux variables quantitatives continues alors que le coefficient de Spearman, teste les relations non linéaires monotones. Ce dernier utilise les rangs des observations et non leur valeur en tant que telle²⁵⁰. Cette étape nous a permis d'effectuer un premier tri des variables les plus corrélées entre elles. Etant donné la quantité de variables dont nous disposons ces premiers résultats se sont avérés difficilement exploitables en tant que tels. Cette première phase d'étude statistique s'est également appuyée sur l'utilisation d'un outil d'analyse graphique²⁵¹ (Figure 65) une représentation des corrélations de Pearson) qui permet de détecter rapidement l'existence d'une relation linéaire entre le groupe de variables architecturales et le groupe de variables cliniques. L'objectif est d'évaluer l'intérêt de poursuivre le traitement statistique avec d'autres méthodes linéaires plus facilement manipulables et exploitables pour des grands jeux de données (dans notre cas de poursuivre avec de l'analyse canonique des corrélations). L'exemple ci-dessous qui représente les coefficients de corrélations entre les deux groupes de variables cliniques et architecturales dans les salons donne un aperçu de la manière de lire ce type de graphique.

Figure 65 : Exemple d'un graphique de corrélation



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel R, Package CCA.

²⁵⁰ Nous invitons le lecteur à se reporter à la description des coefficients de corrélation de Pearson et Spearman p. 93.

²⁵¹ Cet outil d'analyse graphique qui permet de détecter rapidement l'existence d'une relation entre deux groupes de variables a été développé par GONZALEZ I., et DEJEAN S. (août 2013). Ce module est disponible dans le logiciel de programmation R ; dans le Package CCA destiné à l'analyse canonique régularisée.

Si le graphique est intégralement vert clair alors il n'y a pas de relations linéaires entre les deux groupes de variables et il n'est alors pas utile de poursuivre. Dans l'exemple ci-dessus on voit qu'il y a des zones jaune et orange (ce qui correspond à des coefficients de corrélations compris entre 0,25 et 0,5) et des zones bleu clair ce qui correspond à des coefficients situés entre -0,25 et -0,5). Il semble donc légitime de continuer l'analyse car il semblerait qu'il existe un lien entre le groupe de variables architecturales et le groupe de variables cliniques dans cette pièce. À l'issue de cette étape préalable, nous avons pu détecter l'existence probable d'un lien entre le groupe de variables architecturales et le groupe de variables cliniques dans l'ensemble des pièces que nous avons mesurées. Par conséquent, nous avons poursuivi l'analyse statistique pour toutes ces pièces. Les détails de cette première phase d'analyse se trouvent en annexe de ce document (annexe 3).

V.2.2 Analyse des corrélations canoniques régularisées

Dans un deuxième temps nous nous sommes appuyés sur l'analyse canonique des corrélations. L'objectif de l'analyse canonique est d'explorer les relations pouvant exister entre deux groupes de variables quantitatives observées sur le même ensemble d'individus^{252,253}. Il s'agit d'une méthode permettant d'étudier les relations entre deux tableaux de données (un premier tableau contenant les variables architecturales et un deuxième qui contient les variables cliniques de « l'EPOCAA contexte » dans notre cas). Notre choix s'est porté plus précisément sur une analyse canonique des corrélations régularisées²⁵⁴ que nous avons réalisée à partir du package CCA du logiciel de statistique R. Ce package permet de traiter les données manquantes, d'inclure plus de variables explicatives que d'individus en appliquant une régularisation et il permet d'obtenir facilement des sorties graphiques²⁵⁵. L'analyse canonique des corrélations ne détecte que les relations linéaires entre les variables, par contre elle n'a pas besoin d'hypothèse sur la distribution des données de l'échantillon (elle ne se base pas sur l'hypothèse de normalité des variables). L'analyse canonique des corrélations devrait donc nous permettre de :

- 1 Détecter les variables quantitatives architecturales les plus corrélées avec les variables cliniques.
- 2 Écarter les variables cliniques qui ne semblent pas liées aux variables architecturales.
- 3 Détecter les liens et le sens de variation des variables entre elles.
- 4 Sélectionner les variables cliniques à modéliser par la suite avec des modèles d'analyse de covariance ou de régression linéaire et de sélectionner les variables architecturales « explicatives » à intégrer au modèle (voir partie suivante p.170, pour plus d'explications sur cette étape).
- 5 Produire une représentation graphique (un biplot) où sont à la fois affichées les variables cliniques et les variables architecturales. Cette représentation permet de visualiser rapidement les relations existantes entre les deux groupes de variables. Si l'on regarde

²⁵² <http://www.math.univ-toulouse.fr/~biostat/tp-souris-2008.pdf>.

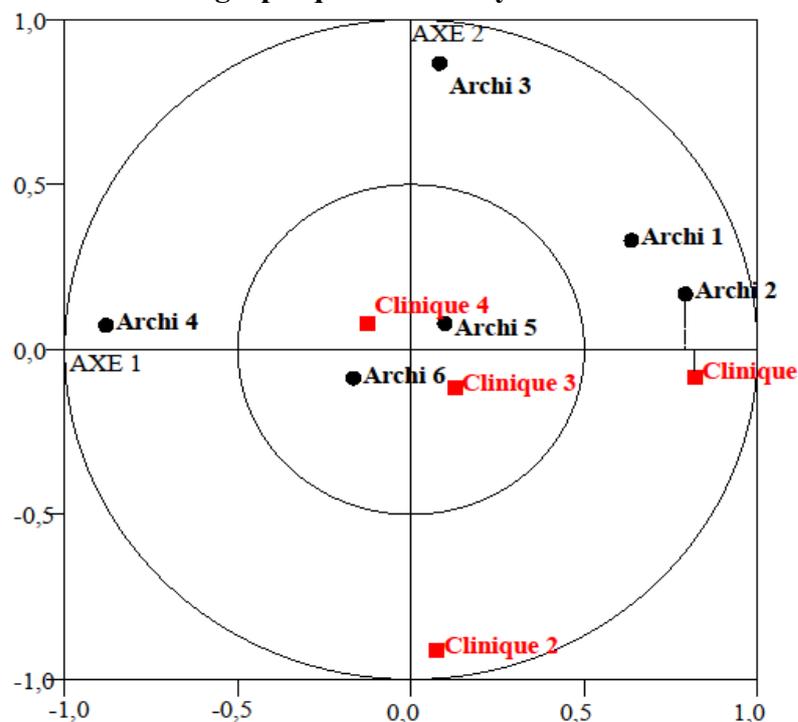
²⁵³ TOMASSONE R., et al. (1993).

²⁵⁴ Logiciel de programmation R ; Package CCA développé par GONZALEZ I.

²⁵⁵ GONZALEZ I. (2008).

l'exemple théorique (Figure 66) on peut voir les variables appartenant au groupe architectural représentées par des cercles noirs et les variables appartenant au groupe clinique représentées par des carrés rouges. Les variables proches de l'origine du cercle ont des corrélations faibles avec les autres variables situées à proximité de l'origine du cercle mais également avec les autres variables situées à l'extérieur du petit cercle. Ignacio Gonzalez décrit la manière d'interpréter ces graphiques : « Sur le graphique des corrélations, nous avons ajouté deux cercles correspondant aux rayons 0.5 et 1 (ce dernier étant appelé « cercle de corrélations »). Cela facilite la lecture en mettant en évidence les phénomènes les plus marquants dans la couronne ainsi définie. Les variables avec une forte relation sont projetées dans la même direction par rapport à l'origine. Plus la distance à l'origine est grande, plus la relation entre les variables correspondantes est forte. Les variables qui sont localisées près du cercle unitaire peuvent être interprétées directement, puisque les proximités dans le plan correspondent alors aux proximités dans l'espace « d » dimensionnel.»²⁵⁶ Dans la Figure 66, si l'on considère que les axes sont significatifs, on peut voir que la variable clinique 1 et les variables Archi 1, Archi 2 et Archi 4 contribuent fortement au premier axe. Les variables Archi 1, Archi 2 et Clinique 1 varient dans le même sens et s'opposent à la variable Archi 4. Cet axe ne permet par contre pas de détecter de relation avec les variables Archi 3, Clinique 2, Clinique 4, Clinique 3, Archi 5 et Archi 6. Si l'on regarde maintenant le second axe on peut voir qu'il lie la variable Archi 3 et Clinique 2. Les variables Clinique 4, Clinique 3, Archi 6 et Archi 5 qui sont situées au centre du cercle ont des relations faibles entre elles et avec les autres variables situées à l'extérieur du cercle.

Figure 66 : Lecture des graphiques de l'analyse des corrélations canoniques

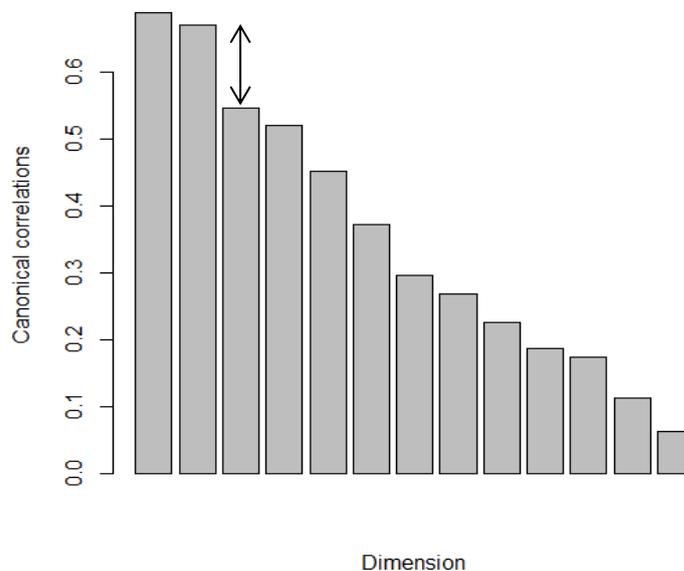


Source : illustration personnelle.

²⁵⁶ GONZALEZ I. (2007).

Afin de tester la significativité des corrélations canoniques et ainsi déterminer le nombre d'axes à retenir, nous avons dans un second temps réalisé des tests d'hypothèses²⁵⁷ (les tests d'hypothèses permettent de détecter la significativité de nos corrélations). Les corrélations canoniques sont testées les unes après les autres, en débutant par la corrélation la plus importante. Au final, seules les composantes statistiquement significatives sont retenues pour l'interprétation des résultats. C'est à cette étape que l'on décide s'il est pertinent de retenir un ou plusieurs axes pour l'analyse. Deux types de test de significativité des axes²⁵⁸ ont été réalisés: un test asymptotique qui se base sur le fait que les variables suivent une loi normale et un test de permutation qui ne fait pas d'hypothèse sur la distribution des variables. Le choix du nombre d'axes est une étape décisive mais assez difficile : « *Le choix du nombre d'axes à retenir est un problème qui n'a pas vraiment de solution rigoureuse.* »²⁵⁹ I. Gonzalez suggère comme critère de choix également la possibilité de se baser sur une analyse du graphique de l'« éboulis » des corrélations canoniques en observant les sauts clairs entre variables (Figure 67). L'axe des abscisses du graphique correspond aux différents facteurs et l'axe des ordonnées aux coefficients canoniques de corrélations (l'échelle va de 0 à 1 et se lit comme un coefficient de corrélation de Pearson ou de Spearman : plus le coefficient est proche de 1 et meilleure est la corrélation). Dans le graphique « d'éboulis des corrélations » ci-dessous, on voit qu'il existe un saut clair entre le deuxième et la troisième dimension et l'on pourrait retenir deux axes.

Figure 67 : Exemple d'un graphique « d'éboulis des corrélations »



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel R, Package CCA.

²⁵⁷ Les tests d'hypothèse sont des tests couramment utilisés en statistique pour rejeter ou l'inverse (rarement accepter) une hypothèse (l'hypothèse nulle). Ils permettent de tester la significativité d'un résultat (c'est-à-dire la probabilité pour que l'obtention d'un résultat ne soit pas liée au hasard). Il s'agit d'une démarche de statistique inférentielle, qui permet d'émettre des conclusions sur la population en leur rattachant des risques de se tromper. Le seuil de signification couramment utilisé en statistique (alpha) et que nous retiendrons pour cette recherche est 0.05. Ce qui signifie que si le résultat qui lui est associé est inférieur à 0.05, on a moins de 5% de chance d'avoir obtenu ce résultat par hasard.

²⁵⁸ Logiciel de programmation R ; Package CCP.

²⁵⁹ GONZALEZ I. (2007).

V.2.3 Analyse de redondance

L'analyse de redondance²⁶⁰ comme l'analyse des corrélations canoniques permet d'étudier la relation entre deux groupes de variables; un groupe de variables Y que l'on cherche à expliquer (dans notre cas les 13 variables cliniques de « l'EPOCAA contexte » comprenant « n » observations) et un un groupe de variables X dont on fait l'hypothèse qu'elles sont des variables contribuant à expliquer le groupe Y (dans notre cas les variables architecturales mesurées pour les « n » même observations que les variables cliniques). A la différence de l'analyse canonique, l'analyse de redondance permet de voir le pourcentage de variabilité du groupe de variables Y expliqué par le groupe de variables X (autrement dit l'influence du groupe X sur le groupe Y). A l'issue de l'analyse de redondance, des tests de significativité sont réalisés afin de de voir si l'on rejette ou non l'hypothèse nulle selon laquelle Y et X ne seraient pas linéairement liées.

V.2.4 Test de la normalité des variables cliniques à modéliser

Un dernier temps de l'analyse statistique a été consacré à la construction de modèles d'analyse de covariance ou de régression linéaire pour détecter parmi les variables architecturales sélectionnées durant l'analyse canonique les plus influentes sur les variables cliniques. Cette étape de travail doit également nous permettre d'intégrer les variables cliniques contrôlées lorsque cela est nécessaire (voir paragraphe V.1.3 p.162 pour avoir la liste de ces variables). Toutefois avant de construire ce type de modèle qui appartient à la famille des « modèles linéaires généralisés » (GLM), il est préalablement nécessaire de tester la normalité des variables que l'on cherche à expliquer (autrement dit des variables de « l'EPOCAA contexte »), car ces méthodes statistiques se basent sur l'hypothèse que la variable à modéliser est issue d'une population normalement²⁶¹ distribuée. Pour tester si nos variables quantitatives suivent une loi normale, nous utilisons différents tests statistiques (test de Shapiro Wilk²⁶², test d'Anderson Darling, test de Lilliefors, test de Jarque-Bera) et différentes représentations graphiques (P-P plot, Q-Q plot, histogrammes, box plot). Lorsque que la p-value est inférieur au niveau alpha (comme c'est le cas dans le Tableau 26) alors on doit considérer que les données ne sont vraisemblablement pas normalement distribuées.

Tableau 26 : Exemple d'un test de normalité

Test de Shapiro-Wilk	
W	0,518
p-value	< 0.0001
alpha	0,05
<i>Interprétation du test : Hypothèse nulle(H0) = La variable dont provient l'échantillon suit une loi Normale. Hypothèse alternative (Ha)= La variable dont provient l'échantillon ne suit pas une loi Normale. Étant donné que la p-value est inférieure au niveau de signification alpha=0,05, on doit rejeter l'hypothèse nulle, et retenir l'hypothèse alternative. Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,01%.</i>	

²⁶⁰ Logiciel Xlstat module complémentaire ADA développé par Addinsoft.

²⁶¹ La loi normale, appelé également loi de Gauss, est la loi théorique de distribution statistique la plus connue. Elle représente une distribution symétrique en forme de cloche.

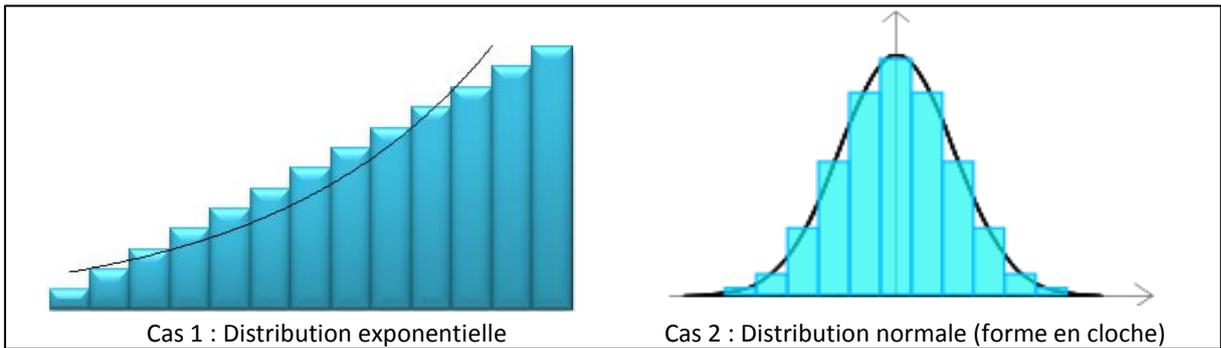
²⁶² Ce test est particulièrement adapté aux échantillons constitués de moins de 5000 observations.

Même si les tests statistiques ne permettent pas de conserver l'hypothèse nulle, il est possible de conserver les variables pour lesquelles la représentation graphique est proche d'une loi normale. En effet, même si les modèles GLM supposent la normalité des variables, ces tests demeurent tout de même assez robustes²⁶³. Les exemples ci-dessous montrent comment détecter visuellement des distributions qui sont proches d'une distribution normale ou l'inverse. Nous conserverons donc les variables qui ont une distribution proche d'une « forme en cloche » (Figure 68, cas 2) et ne retiendrons pas les variables qui semblent s'éloigner de ce type de distribution (forme exponentielle par exemple, Figure 68, cas 1). Si les valeurs sont distribuées symétriquement autour de la moyenne sur les box plot, cela indique que l'échantillon est certainement normalement distribué (Figure 69). Les graphiques QQ plot permettent de comparer la distribution d'un échantillon avec une distribution normale, si les points sont alignés alors la distribution est vraisemblablement normale (Figure 70). Lorsque l'on ne peut pas conclure à la normalité de nos données après l'analyse graphique on peut appliquer une transformation logarithmique (diminuer l'effet des individus atypiques).²⁶⁴ Après avoir appliqué la transformation, il convient de tester de nouveau la normalité afin de voir s'il est possible de conserver ou non la variable pour la construction du modèle. L'ensemble de nos variables cliniques ont subi une transformation logarithmique car aucune d'entre elles n'étaient normalement distribuées (voir p'197 dans le paragraphe V.4.1 les variables qui ont finalement été retenues).

²⁶³ DEGUEN S. (1998).

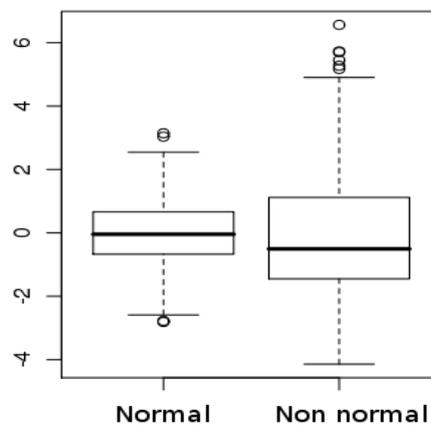
²⁶⁴ Logiciel de programmation R ; fonction (log).

Figure 68 : Détecter à partir des histogrammes les variables qui suivent une loi normale



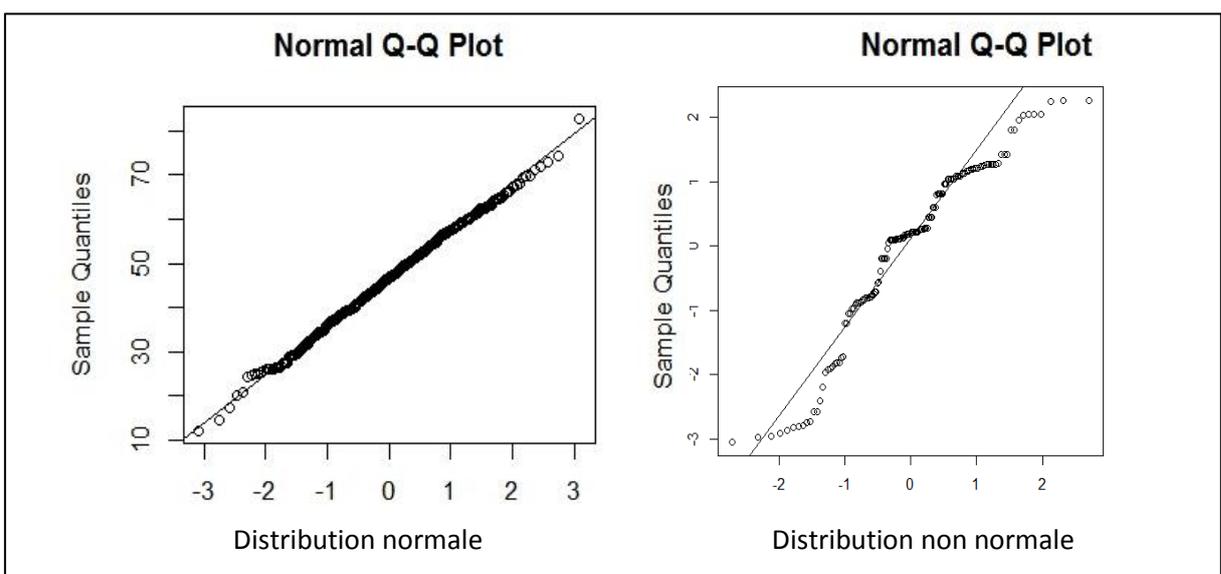
Source : illustration personnelle.

Figure 69 : Détecter à partir des box-plot les variables qui suivent une loi normale



Source : image issue de wikipédia

Figure 70 : Détecter à partir des QQ Plot si les variables sont normalement distribuées.



Source : illustration personnelle.

V.2.5 Construction des modèles d'analyse de covariance et de régression linéaire

Comme expliqué précédemment, à partir des résultats de l'analyse canonique nous avons construit des modèles de régression linéaire (dans le cas où il n'y a pas de variables cliniques contrôlées à appliquer) et des modèles d'analyse de covariance (ANCOVA) dans le cas où nous appliquons des variables contrôlées. Les variables dites « à expliquer » sont des variables quantitatives pour la régression linéaire et pour l'ANCOVA. La différence entre l'ANCOVA et la régression tient à la nature différente des variables explicatives. Pour la régression, les variables explicatives sont uniquement continues alors que l'ANCOVA permet de traiter des variables explicatives de nature quantitatives et/ou qualitatives ce qui nous permet d'intégrer les variables contrôlées qui sont modales. Ces modèles²⁶⁵ permettront d'identifier parmi les variables architecturales et cliniques contrôlées celles qui influencent le plus la variables clinique de « l'EPOCAA contexte » que l'on souhaite expliquer et également de déterminer les variables qui contribuent de manière significative à l'explication de cette variable. Nous pourrons également voir si les variables architecturales restent significatives une fois que l'on considère les variables cliniques contrôlées (par exemple : la hauteur d'une pièce continue-t-elle à impacter le comportement d'une personne une fois que l'on considère le nombre de médicaments pris par cette personne). Nous retiendrons comme variable à expliquer uniquement les domaines cliniques identifiés durant l'analyse canonique et pour lesquels les hypothèses de normalité sont vérifiées. Un modèle sera construit pour chaque variable clinique séparément (par exemple un modèle pour la *recherche d'isolement*, un modèle pour les *interactions sociales*...) et aura la forme ci-dessous :

Modèle de covariance = régression (variables quantitatives sélectionnées durant l'Analyse Canonique des Corrélations) + analyse de variance (pour les variables cliniques contrôlées qualitatives).

Les résultats des modèles de régression et covariance permettent :

- 1 D'appréhender, par la valeur du coefficient de détermination (R²), le pourcentage de variations expliqué par les variables explicatives et de déterminer la partie du modèle non expliquée par ces variables. Plus ce coefficient est proche de 1, meilleur est le modèle. Dans l'exemple présenté ici (Tableau 27), 17,9% de la variabilité du modèle est expliquée par les variables explicatives.

²⁶⁵ Nous avons appliqué une procédure descendante de sélection des variables pour sélectionner notre modèle. Procédure qui vise à retirer les variables au fur et à mesure (on retire les variables non significatives). Sélection descendante, probabilité pour l'entrée : 0,1 et probabilité pour le retrait : 0,2.

Tableau 27 : Exemple du coefficient d'ajustement du modèle

Observations	148,000
Somme des poids	148,000
DDL	136,000
R ²	0,241
R ² ajusté	0,179
MCE	0,230
RMCE	0,480
MAPE	20,651
DW	1,877
Cp	10,471
AIC	-206,067
SBC	-170,100
PC	0,893

- 2 De calculer le risque que l'on prend en concluant que les variables explicatives apportent une quantité significative d'informations au modèle (à travers le tableau d'analyse de la variance). Ce tableau permet d'appréhender « la fiabilité » de nos variables explicatives par rapport à notre modèle. Dans l'exemple présenté dans le Tableau 28, on prend un risque de 0,01% (< 0,0001) de se tromper en concluant que les variables explicatives apportent une quantité significative d'informations au modèle).

Tableau 28 : Exemple d'un tableau d'analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	5,801	0,967	6,400	< 0,0001
Erreur	141	21,301	0,151		
Total corrigé	147	27,102			

- 3 De déterminer les variables qui contribuent le plus au modèle. Plus la p-value associée à chaque variable est faible et plus la variable contribue au modèle, les variables restent significatives si la p-value est inférieure au niveau alpha 0,05. Le tableau *type III Sum of Squares* (appellation utilisée notamment par le logiciel Xlstat) permet de mesurer l'impact des variables isolément, les résultats étant indépendant de l'ordre de sélection des variables. Plus la probabilité associée au F de Fisher (colonne Pr>F) est faible, plus fort est l'impact de la variable sur la qualité du modèle²⁶⁶. Dans le Tableau 29, on voit que la variable la plus significative est la *surface* et que quatre variables sont significatives car inférieures au niveau alpha.

Tableau 29 : Exemple d'un tableau Type III Sum of Squares

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
nombre maximum utilisateurs	1	0,655	0,655	2,850	0,094
surface	1	1,896	1,896	8,246	0,005
volume	1	1,655	1,655	7,197	0,008
Hauteur maximum	1	1,011	1,011	4,396	0,038
nombre orientations dans la pièce	1	1,616	1,616	7,030	0,009
surface vitrée	1	0,650	0,650	2,827	0,095
pourcentage d'ouverture	0	0,000			
Luminosité de l'éclairage artificiel	1	0,514	0,514	2,233	0,137
Quantité d'éclairages par m ³	1	0,826	0,826	3,592	0,060
Bruit de fond écart type	1	0,475	0,475	2,064	0,153
Médicamentation	3	1,109	0,370	1,608	0,190

²⁶⁶ Tutoriel Xlstat.

- 4 De tester la normalité des résidus et regarder leur répartition. Cette dernière informe sur les données suspectes (ou individus atypiques). Selon le principe sur lequel se base l'ANCOVA et la régression, les résidus doivent être distribués selon une loi normale. Pour cela nous utiliserons les mêmes tests que pour tester la normalité des variables à modéliser (cf. précédemment). Pour étudier la répartition des résidus nous regarderons le graphique des résidus normalisés et les valeurs des résidus centrés – réduits. Si les résidus suivent une loi normale, cela signifie que 95% des résidus doivent se trouver dans l'intervalle [-1,96 ; 1,96]. Nous regarderons également les graphiques box plot qui permettent de vérifier aisément la symétrie et la distribution des données.

Un des problèmes lorsque l'on construit ce type de modèle est d'intégrer trop de variables explicatives qui risquent de créer un « surparamétrage du modèle » pouvant biaiser les résultats. Lors de l'analyse des données, plusieurs modèles de régression sont testés, en incluant certaines variables et pas d'autres. L'objectif est de trouver le meilleur modèle, qui permet une bonne prédiction sans sur-paramétrage. Un modèle sur-paramétré rendra compte parfaitement de l'échantillon, mais ne sera pas généralisable à une population. Généralement il est considéré qu'il faut au moins dix sujets par variable explicative pour éviter le sur-paramétrage²⁶⁷. Pour éviter le surparamétrage du modèle, nous utiliserons donc un ratio de 10 individus minimum par variables incluses au modèle ci-dessus :

- soit 14 variables maximum pour le salon, la salle à manger, les chambres, les WC, les salles de bain les circulations et les parcours (148 observations),
- soit 11 variables maximum pour la salle « manuelle » (113 observations),
- soit 8 variables maximum pour la salle « motrice » (89 observations).

²⁶⁷ HASSAN M., et QIAN S. (2010).

V.3 Résultats de l'analyse canonique de corrélation et de l'analyse de redondance

Les résultats sont présentés pièce par pièce, selon la progression systématique suivante :

- Analyse de redondance,
- Calcul des coefficients de corrélation canoniques et choix des axes,
- Choix des variables à intégrer aux modèles.

V.3.1 Le salon

V.3.1.1 L'analyse de redondance

Le Tableau 30 permet de voir que le groupe de variables architecturales explique une part non négligeable (22,4%) du groupe de variables cliniques (la partie contrainte correspond au groupe faisant intervenir les variables explicatives architecturales et la partie non contrainte le groupe qui fait intervenir seulement les variables cliniques). La p-value calculée durant le test de significativité est inférieure à 0,0001 (comme on peut le voir dans le second tableau), ce qui signifie que l'on prend un risque de se tromper 0,01% en rejetant l'hypothèse selon laquelle les groupes de variables cliniques et architecturales ne seraient pas linéairement liées.

Tableau 30 : Analyse de redondance – le salon

Inertie :	Valeur	%
Totale	64,241	100,000
Contrainte	14,424	22,454
Non-contrainte	49,817	77,546

Résultats du test de permutation :	
Permutations	500
Pseudo F	0,290
p-value	< 0,0001
alpha	0,050

V.3.1.2 Les coefficients de corrélations canoniques et le choix des axes

Afin de tester la significativité des coefficients canoniques de corrélation, nous avons, utilisé des tests de significativité et analysé les graphiques des éboulis des corrélations²⁶⁸ pour déterminer le nombre d'axes à retenir pour l'analyse. Les résultats des tests asymptotiques et des tests de permutations permettent d'observer la valeur du « Lambda de *Wilks* » : plus la valeur de ce dernier est faible, plus le modèle est bon. Les résultats du test Asymptotique indique que le Lambda pour le premier axe est de 0,053 ce qui est très proche de la valeur critique. Par contre, sur le deuxième axe le Lambda est de 0,119. Il n'est donc pas pertinent de conserver ce second axe. Les résultats du test de permutation viennent confirmer les résultats

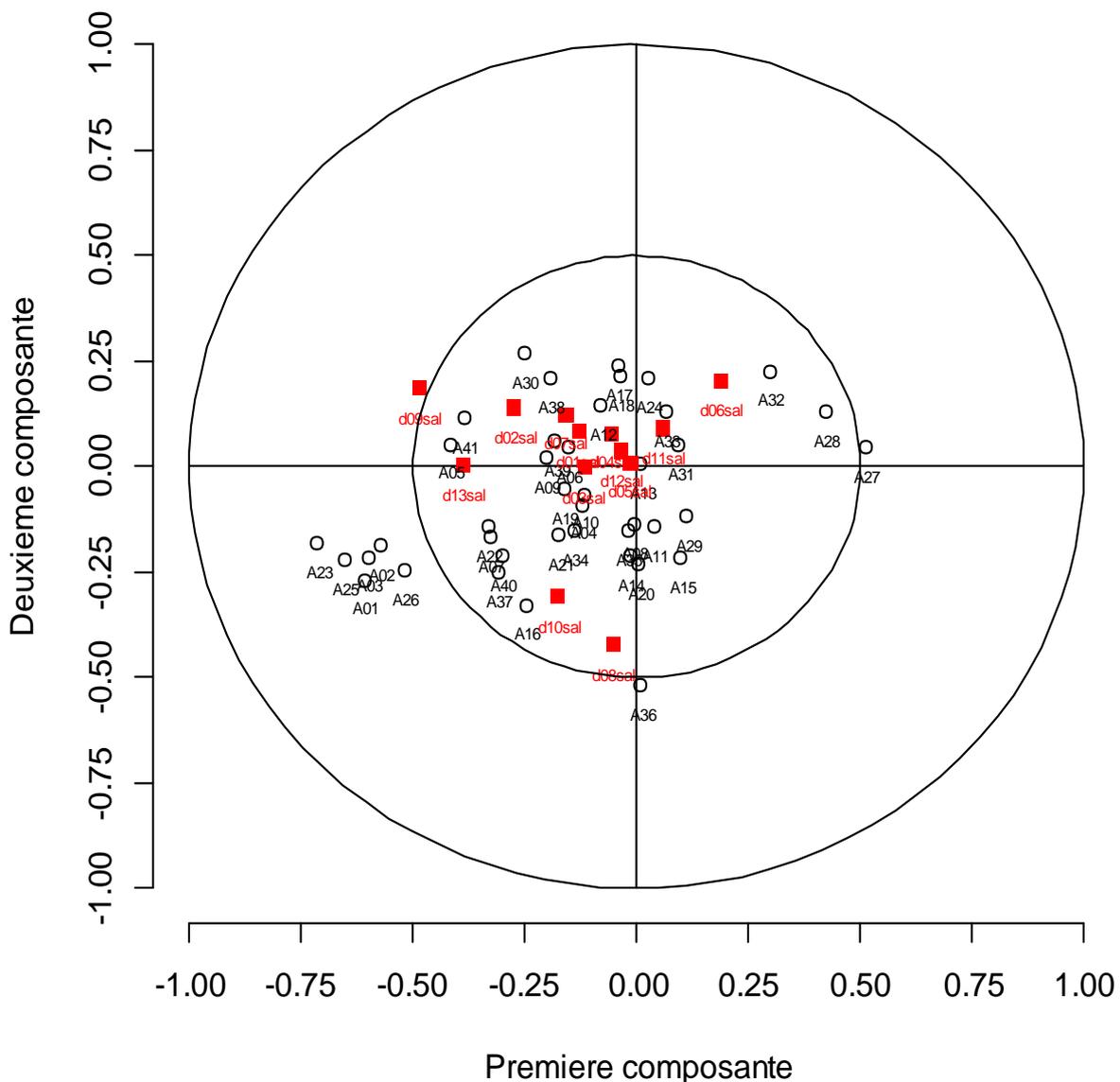
²⁶⁸ Le lecteur peut se référer aux annexes pour voir les graphiques des éboulis des corrélations (annexe 4).

des tests asymptotiques. En effet, le Lambda reste proche de 0,05 pour le premier axe ($\lambda = 0,053$) et il s'en écarte pour le second axe ($\lambda = 0,118$). Pour les salons, nous conserverons **un seul axe** pour l'interprétation des résultats de l'analyse canonique de corrélation.

V.3.1.3 Les résultats de l'analyse canoniques et le choix des variables à intégrer aux modèles

Figure 71 : Graphique de l'analyse des corrélations canoniques – le salon

A01	Nombre maximum d'utilisateurs simultanés	A25	Surface vitrée totale
A02	Surface	A26	Pourcentage de vitrage
A03	Volume	A27	Luminosité de l'éclairage artificiel
A05	Hauteur maximum	A28	Quantité d'éclairage artificiel par m3
A23	Nombre d'orientations	A41	Variation des bruits de fond



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel R, Package CCA.

Les variables cliniques qui contribuent au premier axe sont *la réactivité au changement et à la frustration – D09* et *l'autonomie personnelle –D13* (ce sont ces variables qui sont projetées le plus loin de l'origine du cercle par rapport au premier axe - Figure 71). L'importance des troubles relatifs à ces deux domaines varient dans le même sens que :

- *Le nombre d'orientations des surfaces vitrées,*
- *Le pourcentage de vitrage,*
- *La surface vitrée totale,*
- *Le volume de la pièce,*
- *Le nombre maximum d'utilisateurs,*
- *La surface de la pièce,*
- *La hauteur maximum,*
- *Les variations de bruit de fond.*

Le graphique permet également de voir que les troubles associés aux deux domaines identifiés varient en sens inverse (c'est-à-dire que quand la variable architecturale augmente alors la variable clinique diminue) des variables suivantes :

- *Luminosité de l'éclairage artificiel (évaluation experte),*
- *La quantité d'éclairage artificiel par m³.*

L'analyse de corrélation canonique et l'analyse de redondance indiquent toutes les deux **qu'il existe un lien entre ces deux groupes** et que les variables cliniques qui contribuent le plus sont *l'autonomie personnelle* et *la réactivité au changement et à la frustration*. **Il apparaît ainsi, dans les salons, que les variables relatives aux dimensions, à la quantité d'éclairage artificiel, à l'éclairage naturel ou les vues sont les plus problématiques par rapport aux domaines de l'EPOCAA.** En ce qui concerne les variables relatives à l'éclairage naturel, il est difficile de savoir si c'est l'apport de lumière naturelle dans la pièce qui est important ou si ce sont les vues sur l'extérieur qui pourraient favoriser les distractions. On peut voir que la *perméabilité visuelle extérieure* ne semble pas contribuer beaucoup au modèle. Les surfaces vitrées qui ne permettent pas un contact visuel avec d'autres personnes sont exclues de la *perméabilité visuelle extérieure* (vitrage zénithal, en hauteur, à l'étage), ce qui peut amener à penser qu'il s'agirait plutôt de la qualité d'éclairage qui influe sur les troubles, mais peut-être moins la possibilité de surveiller son environnement ou bien d'être observé depuis l'extérieur.

V.3.2 La salle à manger

V.3.2.1 L'analyse de redondance

Les résultats des tests de l'analyse de redondance (Tableau 31) montrent **que le groupe de variables architecturales explique 22,13% du groupe de variables cliniques**, avec un risque de se tromper de 0,01%, si l'on rejette l'hypothèse selon laquelle le groupe de variables cliniques et architecturales ne seraient pas linéairement liées. On peut donc retenir l'hypothèse selon laquelle **ces deux groupes de variables sont liés**.

Tableau 31 : Analyse de redondance – la salle à manger

Inertie :	Valeur	%
Totale	57,325	100,000
Contrainte	12,686	22,130
Non-contrainte	44,639	77,870

Résultats du test de permutation :	
Permutations	500
Pseudo F	0,284
p-value	< 0,0001
alpha	0,050

V.3.2.2 L'analyse canonique et le choix des axes

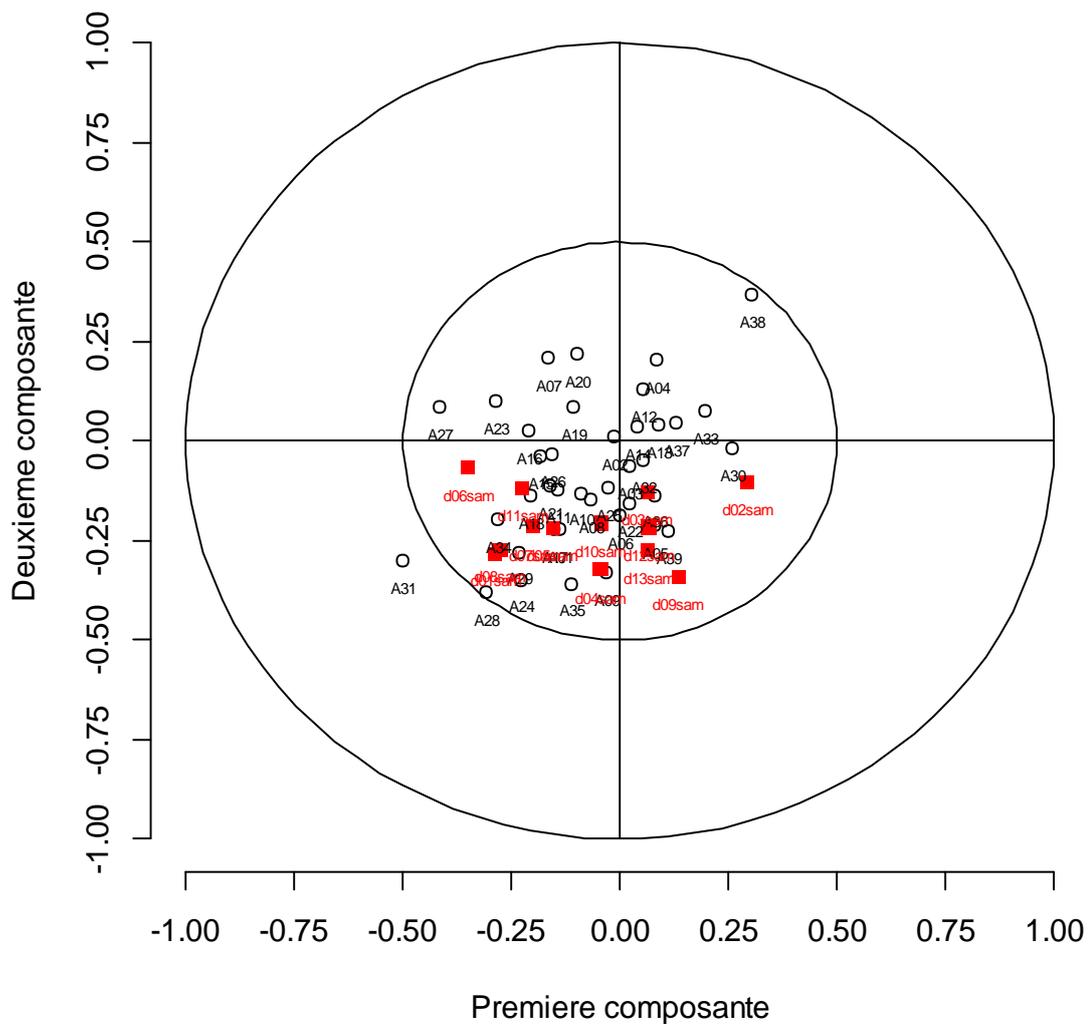
Les résultats des tests de significativité (asymptotique et de permutation) indiquent tous deux des résultats similaires, qui conduisent à ne retenir qu'un seul axe pour l'interprétation des résultats de l'analyse canonique²⁶⁹. La valeur du « Lambda de Wilks » pour le premier axe est très proche de la valeur critique et n'est plus significative à partir du deuxième axe (Lambda = 0,052 pour le premier axe et pour le deuxième axe Lambda = 0,121). Les résultats du test de permutation viennent confirmer ces résultats puisque la valeur pour le premier axe est de : 0,052 et de : 0,120 pour le second axe. Dans les salles à manger nous conserverons **un seul axe** pour l'interprétation des résultats.

V.3.2.3 Les résultats de l'analyse canonique et le choix des variables à intégrer aux modèles

Figure 72 : Graphique de l'analyse des corrélations canoniques – la salle à manger

A23	Nombre de vitrages intérieurs	A29	Obscurité maximum de la teinte des murs
A24	Nombre d'orientations	A31	Saturation maximum des murs
A27	Quantité d'éclairage artificiel par m ³	A34	Saturation du sol
A28	Quantité de teintes différentes utilisées	A38	Bruit de fond moyen

²⁶⁹ Le lecteur peut se référer aux annexes pour voir les graphiques des éboulis des corrélations (annexe 4).



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel R, Package CCA.

Dans la salle à manger, les variables cliniques qui contribuent au premier axe sont *les conduites d'hétéro-agressivité (D06), la recherche d'isolement (D01), les activités et la réactivité sensori-motrice, les stéréotypies et les autostimulations (D08)* qui varient toutes les trois dans le même sens et *les interactions sociales (D02)* qui varient en sens inverse des trois précédentes (Figure 72).

Les variables architecturales qui sont le plus liées et qui varient dans le même sens que les variables D01, D06, D08 et en sens inverse que la variable D02 sont (Figure 72) :

- *La saturation maximum des murs,*
- *L'obscurité maximum de la teinte des murs,*
- *La quantité de teintes utilisée dans la pièce,*
- *La saturation des sols,*
- *La quantité d'éclairage artificiel par m³,*
- *Le nombre d'orientations,*
- *Le nombre de vitrages intérieurs dans la pièce,*

En revanche, et cela est surprenant car contraire à nos hypothèses, le *bruit de fond moyen* varie en sens inverse de *la réactivité sensori-motrice, des stéréotypies et de l'autostimulation*

(D08), de *l'hétéro agressivité* (D06) et de *la recherche d'isolement* (D01). Toutefois cette variable ne contribue pas beaucoup à l'axe 1 et donc ce résultat est à considérer avec vigilance. Par ailleurs, ce résultat pourrait provenir du fait que les bruits de fond en l'absence des résidents sont plus élevés dans les salles à manger que dans les autres pièces ; et il est possible que le bruit de fond ait tendance à relativiser le bruit des résidents. La variable *interactions sociales* (D02), quant à elle varie dans le même sens que le *bruit de fond moyen*.

L'analyse de corrélation canonique et l'analyse de redondance indiquent **l'existence d'un lien** entre le groupe de variables cliniques et le groupe de variables architecturales. Les variables cliniques qui contribuent le plus sont ***la recherche d'isolement, les interactions sociales, l'hétéro-agressivité et l'autostimulation***. Dans les salles à manger ce sont les variables architecturales relatives à la « **quantité de couleurs** », **leur saturation et leur obscurité** qui sont le plus liées aux variables de l'EPOCAA. Comme pour le salon il ressort également des variables architecturales liées **au vitrage (intérieur et extérieur)** même si ces variables ne semblent pas liées aux mêmes domaines cliniques.

V.3.3 La salle d'activités manuelles

V.3.3.1 L'analyse de redondance

L'analyse de redondance montre (Tableau 32) que **le groupe de variables architecturales explique 33,4% du groupe de variables cliniques**, avec toujours un risque de se tromper 0,01% si l'on rejette l'hypothèse selon laquelle le groupe de variables cliniques et architecturales ne seraient pas linéairement liées.

Tableau 32 : Analyse de redondance – la salle manuelle

Inertie :		
	Valeur	%
Totale	55,960	100,000
Contrainte	18,667	33,357
Non-contrainte	37,293	66,643

Résultats du test de permutation :	
Permutations	500
Pseudo F	0,501
p-value	< 0,0001

V.3.3.2 L'analyse canonique et le choix des axes

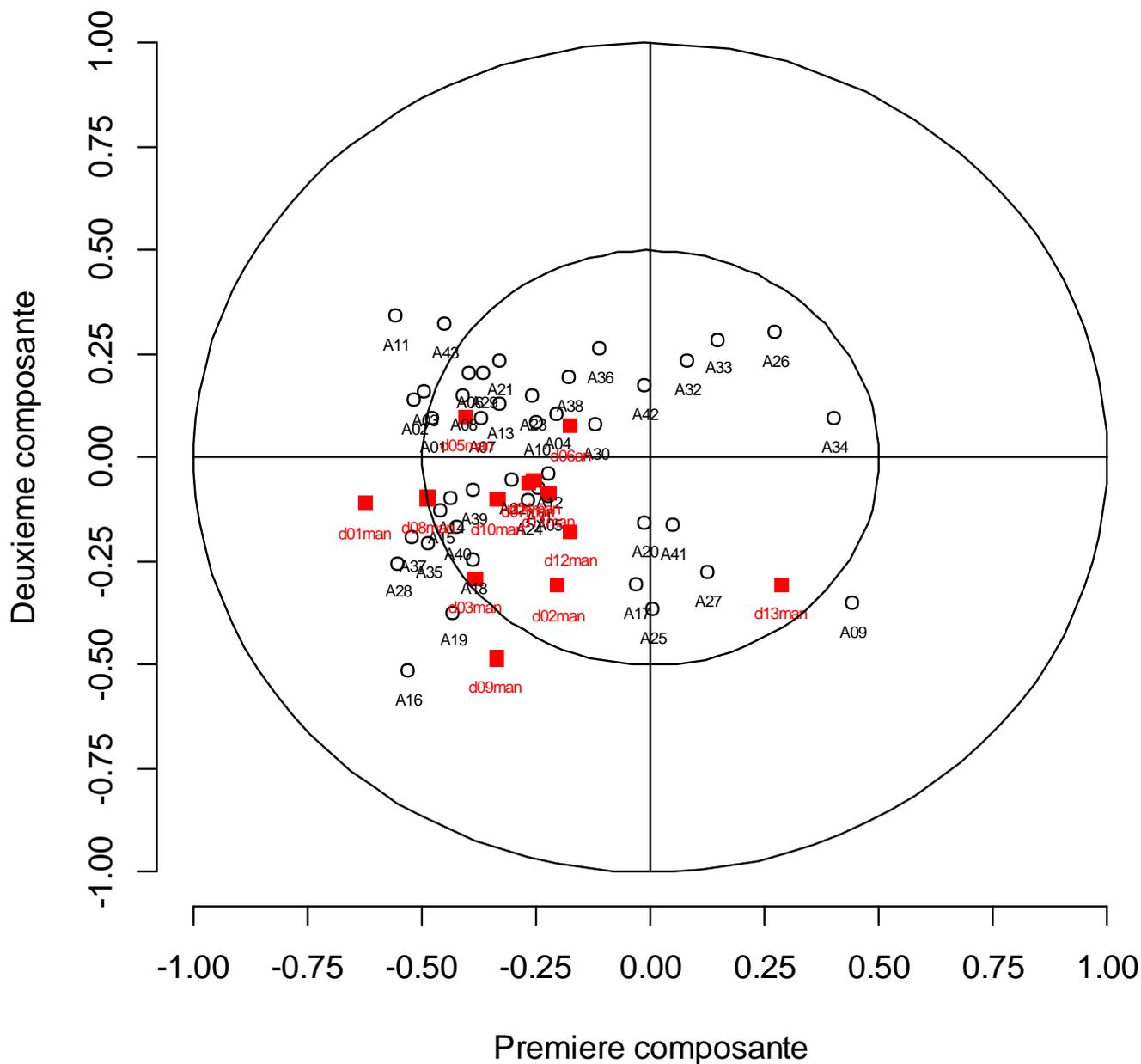
Les tests de significativité asymptotique et de permutation indiquent tous les deux qu'il serait pertinent de retenir deux axes pour la suite de l'analyse ; c'est à partir du troisième axe que les valeurs ne sont plus significatives (pour le test asymptotique $\lambda = 0,019$ pour l'axe 1, $\lambda = 0,057$ pour l'axe 2, $\lambda = 0,12$ pour l'axe 3 et pour le test de permutation $\lambda = 0,016$ pour l'axe 1, $\lambda = 0,049$ pour l'axe 2, $\lambda = 0,105$ pour l'axe 3)²⁷⁰. Pour les salles d'activités manuelles nous conserverons **deux axes** pour l'interprétation des résultats de l'analyse canonique de corrélation.

²⁷⁰ Le lecteur peut également se référer aux annexes pour voir les graphiques des éboulis des corrélations (annexe 4).

V.3.3.3 Les résultats de l'analyse canonique et le choix des variables à intégrer aux modèles

Figure 73 : Graphique de l'analyse des corrélations canoniques – la salle manuelle

A01	Surface	A19	Surface intérieure de vitrage
A02	Volume	A25	Pourcentage de vitrage
A03	Hauteur maximum	A26	Luminosité de l'éclairage artificiel
A06	Étalement	A28	Quantité de teintes différentes utilisées
A08	Quantité d'angles sortants	A34	Saturation du sol
A09	Pourcentage de la pièce visible quel que soit l'angle	A35	Obscurité maximum de la teinte des portes
A11	Nombre de zones de cachette	A37	Saturation maximum des portes
A14	Nombre d'accès extérieurs	A39	Quantité de matériaux utilisés sur les murs
A15	Perméabilité physique	A40	Temps de réverbération moyen
A16	Perméabilité visuelle intérieure	A43	Variation des bruits de fond
A17	Perméabilité visuelle extérieure	A18	Nombre de vitrages intérieurs



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel R, Package CCA.

Les variables cliniques qui contribuent fortement au premier axe sont *la recherche d'isolement (D01)*, *le contact visuel (D03)*, *les conduites auto-agressives (D05)*, *les activités et la réactivité sensori-motrice, les stéréotypies et les autostimulations (D08)* et *la réactivité au changement et à la frustration (D09)* qui contribue aux deux axes et *l'autonomie personnelle (D13)* qui contribue également aux deux axes (Figure 73). Les variables cliniques qui semblent être les plus significatives pour le second axe sont *l'autonomie personnelle* et *la réactivité au changement et à la frustration* comme évoqué ci-dessus. Ce sont donc les relations de ces six variables avec les variables architecturales que nous allons analyser. Les variables architecturales qui semblent être le plus liées à *la recherche d'isolement*, aux *conduites auto-agressives*, au *contact visuel* et aux *activités et la réactivité sensori-motrice, les stéréotypies et les autostimulations* et qui varient dans le même sens que ces dernières sont (Figure 73) :

- *La surface de la pièce,*
- *Le volume de la pièce,*
- *La hauteur maximum dans la pièce,*
- *Le nombre de zones de cachettes,*
- *Les variations spatiales et temporelles de bruit de fond,*
- *Le temps de réverbération moyen,*
- *La surface intérieure de vitrage,*
- *Le nombre de vitrages intérieurs,*
- *La perméabilité visuelle intérieure,*
- *La perméabilité physique,*
- *La quantité de teintes,*
- *La saturation maximum des portes,*
- *L'obscurité maximum de la teinte des portes,*
- *La quantité des matériaux sur les murs,*
- *L'étalement,*
- *Le nombre d'accès extérieurs,*
- *La quantité d'angles sortants,*

Les variables architecturales qui sont le plus liées aux domaines D01, D05, D08 et D03 sont :

- *La saturation du sol,*
- *Le pourcentage de surface toujours visible,*

Les variables architecturales qui varient dans le même sens que *la réactivité au changement et à la frustration* et qui sont liées à cette dernière sont :

- *La saturation maximum des portes,*
- *La perméabilité visuelle intérieure,*
- *La surface intérieure de vitrage,*
- *La perméabilité physique,*

- *La quantité de teintes,*
- *L'obscurité maximum de la teinte des portes,*
- *Le temps de réverbération moyen,*
- *La quantité de matériaux sur les murs,*
- *Le pourcentage de vitrage,*
- *La perméabilité visuelle extérieure,*

Les variables architecturales qui varient en sens inverse de ce domaine sont :

- *La luminosité de l'éclairage artificiel (évaluation experte),*

Les variables qui semblent être le plus liées aux difficultés dans le domaine de *l'autonomie personnelle*, et qui varient dans le même sens que cette dernière sont :

- *La saturation du sol,*
- *Le pourcentage de surface toujours visible,*
- *Le pourcentage de vitrage,*
- *La perméabilité visuelle extérieure,*

Les variables architecturales qui varient en sens inverse de *l'autonomie personnelle* sont :

- *La hauteur maximum,*
- *Le volume*
- *La surface*
- *L'étalement,*
- *Les variations de bruit de fond dans le temps et dans la pièce,*
- *Le nombre de zones de cachettes,*

L'analyse de corrélation canonique et l'analyse de redondance indiquent **l'existence d'un lien entre le groupe de variables cliniques et le groupe de variables architecturales** dans les salles d'activités manuelles. Les deux variables cliniques qui contribuent le plus sont : *l'autonomie personnelle* et *la réactivité au changement et à la frustration* (car elles contribuent aux deux axes) comme dans le salon. Toutefois, dans les salles d'activités manuelles d'autres variables cliniques semblent également contribuer fortement : *la recherche d'isolement (D01)*, *les conduites auto-agressives (D05)*, *le contact visuel (D03)* et *les activités, la réactivité sensori-motrice, les stéréotypies et les autostimulations (D08)*. Les domaines D08 et D01 ressortaient également dans les salles à manger.

Dans les salles d'activités manuelles, les variables architecturales qui sont importantes concernent la perméabilité de la pièce (*zones de cachette, nombre d'angles...*) et la perméabilité avec les pièces directement en contact. On peut émettre l'hypothèse que ces variables pourraient être plus importantes dans les salles d'activités manuelles que dans d'autres pièces car il s'y déroule des activités qui demandent plus de concentration.

Comme nous avons pu le voir dans les salons les quantités de lumière naturelle ou de vues semblent importantes.

Tableau 33 : Le sens de variation des variables sélectionnées durant l'analyse canonique

	D01	D03	D05	D08	D09	D13
Surface de la pièce	+	+	+	+		-
Volume de la pièce	+	+	+	+		-
Hauteur maximum	+	+	+	+		-
Nombre de zones de cachettes	+	+	+	+		-
Variations de bruit de fond	+	+	+	+		-
Temps de réverbération moyen	+	+	+	+	+	
Quantité de vitrage intérieur	+	+	+	+	+	
Surface intérieure de vitrage	+	+	+	+	+	
Perméabilité visuelle intérieure	+	+	+	+	+	
Perméabilité physique,	+	+	+	+	+	
Quantité de teintes	+	+	+	+	+	
Saturation maximum des portes	+	+	+	+	+	
Obscurité maximum des portes	+	+	+	+	+	
Quantité de matériaux sur les murs	+	+	+	+	+	
Étalement	+	+	+	+		-
Nombre d'accès extérieurs	+	+	+	+		
Quantité d'angles sortants	+	+	+	+		
Saturation du sol	-	-	-	-		+
Pourcentage de surface toujours visible	-	-	-	-		+
Pourcentage de vitrage					+	+
Luminosité de l'éclairage artificiel (évaluation experte)					-	
Perméabilité visuelle extérieure					+	+

V.3.4 La salle d'activités motrices

V.3.4.1 L'analyse de redondance

L'analyse de redondance montre que le groupe de **variables architecturales explique 31,2% du groupe de variables cliniques**, avec encore un risque de se tromper 0,01% en rejetant l'hypothèse selon laquelle le groupe de variables cliniques et architecturales ne seraient pas linéairement liés dans la salle d'activités motrices (Tableau 34).

Tableau 34 : Analyse de redondance – la salle motrice

Inertie :	Valeur	%
Totale	46,984	100,000
Contrainte	14,678	31,240
Non-contrainte	32,307	68,760

Résultats du test de permutation :	
Permutations	500
Pseudo F	0,454
p-value	< 0,0001
alpha	0,050

V.3.4.2 L'analyse canonique et le choix des axes

Comme pour les pièces précédentes, nous avons, pour choisir les axes à retenir, effectué des tests de significativité et analysé le graphique de l'éboulis des corrélations²⁷¹. Si l'on regarde les valeurs du test asymptotique, il semble nécessaire de ne conserver aucun axe car le Lambda est déjà supérieur au seuil critique pour le premier axe (Lambda = 0,102). Contrairement au résultat du test asymptotique, le test de permutation semble indiquer que le seuil critique est atteint à partir du troisième axe (axe 1 : 0,013 ; axe 2 : 0,036 ; axe 3 : 0,086) ; on peut en effet voir sur le graphique de l'éboulis des corrélations qu'il y a un saut clair entre la deuxième (coefficient de corrélation canonique $r=0,635$) et la troisième dimension (coefficient de corrélation canonique $r=0,525$). Pour les salles d'activités motrices nous conserverons malgré tout **deux axes** pour l'interprétation des résultats de l'analyse canonique de corrélation.

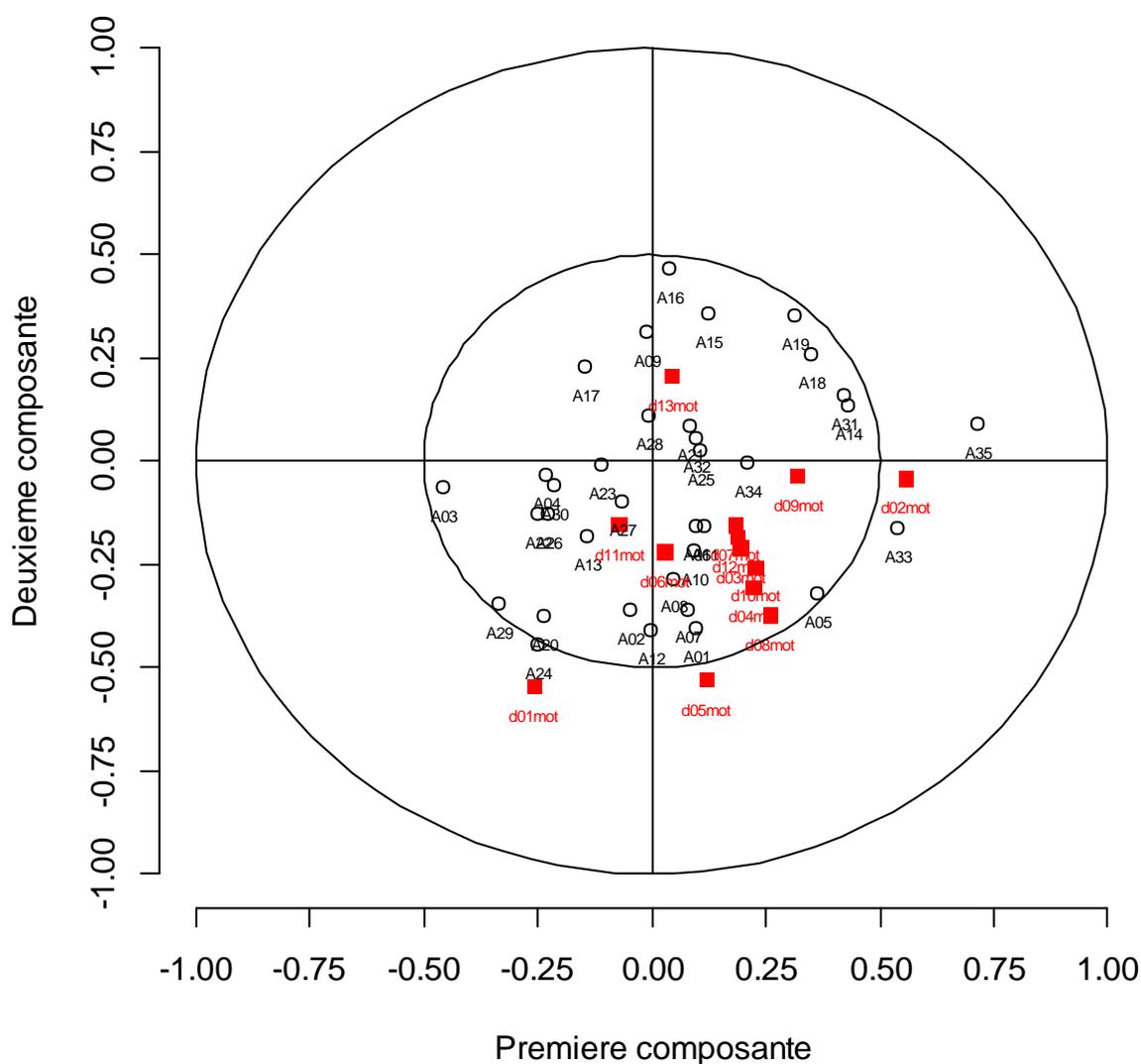
²⁷¹ Le lecteur peut se référer aux annexes pour voir les graphiques des éboulis des corrélations (annexe 4).

V.3.4.3 Les résultats de l'analyse canoniques et le choix des variables à intégrer aux modèles

Figure 74 : Graphique de l'analyse des corrélations canoniques – la salle motrice

A01	Surface	A18	Surface vitrée totale
A02	Volume	A19	Pourcentage d'ouverture
A03	Hauteur maximum	A20	Luminosité de l'éclairage artificiel
A05	Compacité	A24	Obscurité minimum de la teinte des murs
A07	Nombre d'angles rentrants	A29	Obscurité maximum de la teinte des portes
A12	Nombre d'accès intérieurs	A31	Quantité de matériaux utilisés sur les murs
A14	Perméabilité visuelle extérieure	A33	Variation des temps de réverbération
A16	Évaluation des différences de lumière dans la pièce	A35	Variation des bruits de fond

analyse canonique salle motrice



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel R, Package CCA.

Les variables cliniques qui seront retenues car contribuant fortement au premier axe sont : *les interactions sociales (D02)*; et *la réactivité au changement et à la frustration (D09)*. Les variables cliniques qui seront retenues car contribuant au second axe sont *l'auto agressivité (D05)*, *la recherche d'isolement (D01)* et *les troubles liés à la réactivité sensori-motrice, aux stéréotypies et aux autostimulations (D08)*. Les variables architecturales qui semblent être le plus liées aux difficultés dans les domaines de *la recherche d'isolement*, de *l'auto-agressivité* et de *la réactivité sensori-motrice, aux stéréotypies et aux autostimulations* et qui varient dans le même sens sont (Figure 74) :

- *La surface de la pièce,*
- *Le volume de la pièce,*
- *Les angles rentrants dans la pièce,*
- *Le nombre d'accès intérieurs,*
- *La luminosité de l'éclairage artificiel (évaluation experte),*
- *L'obscurité minimum de la teinte des murs,*
- *L'obscurité maximum de la teinte des portes,*

D'autre part, les troubles liés au domaine D08 varient également dans le même que la *compacité*. Les variables architecturales qui semblent être le plus liées à ces domaines et qui varient en sens inverse sont : *Les différences de lumière dans la pièce,*

Les variables architecturales qui sont le plus liées *aux interactions sociales (D02)* et à *la réactivité au changement et à la frustration (D09)* et qui varient dans le même sens sont :

- *La surface vitrée,*
- *Le pourcentage de vitrage,*
- *La perméabilité visuelle extérieure,*
- *La quantité de matériaux utilisée pour les murs,*
- *Les variations de bruit de fond,*
- *Les variations de temps de réverbération,*
- *La compacité,*

Les variables architecturales qui semblent varier en sens inverse de ces domaines sont :

- *La hauteur maximum,*
- *L'obscurité maximum de la teinte des portes,*

L'analyse de corrélation canonique et l'analyse de redondance indiquent **l'existence d'un lien entre le groupe de variables cliniques et le groupe de variables architecturales** dans les salles d'activités motrices. Les variables cliniques qui contribuent le plus sont *les interactions sociales, la réactivité au changement et à la frustration, l'auto-agressivité, la recherche d'isolement et l'autostimulation*. Dans les salles d'activités motrices les variables architecturales qui semblent être le plus liées aux variables cliniques sont les variables relatives aux teintes (quantité, obscurité et saturation), à la quantité d'éclairage naturel/vues, à la quantité d'éclairage artificiel, aux dimensions de la pièce (hauteur, compacité) et aux variations de temps de réverbération et au bruit de fond.

V.3.5 La circulation

V.3.5.1 L'analyse de redondance

Les résultats des tests de l'analyse de redondance montrent que **le groupe de variables architecturales explique 21,9% du groupe de variables cliniques** avec un risque de se tromper de 0,01% si l'on rejette l'hypothèse selon laquelle le groupe de variables cliniques et architecturales ne seraient pas linéairement liés dans les circulations (Tableau 35).

Tableau 35 : Analyse de redondance – la circulation

Inertie :	Valeur	%
Totale	57,571	100,000
Contrainte	12,600	21,885
Non-contrainte	44,972	78,115

Résultats du test de permutation :	
Permutations	500
Pseudo F	0,280
p-value	< 0,0001
alpha	0,050

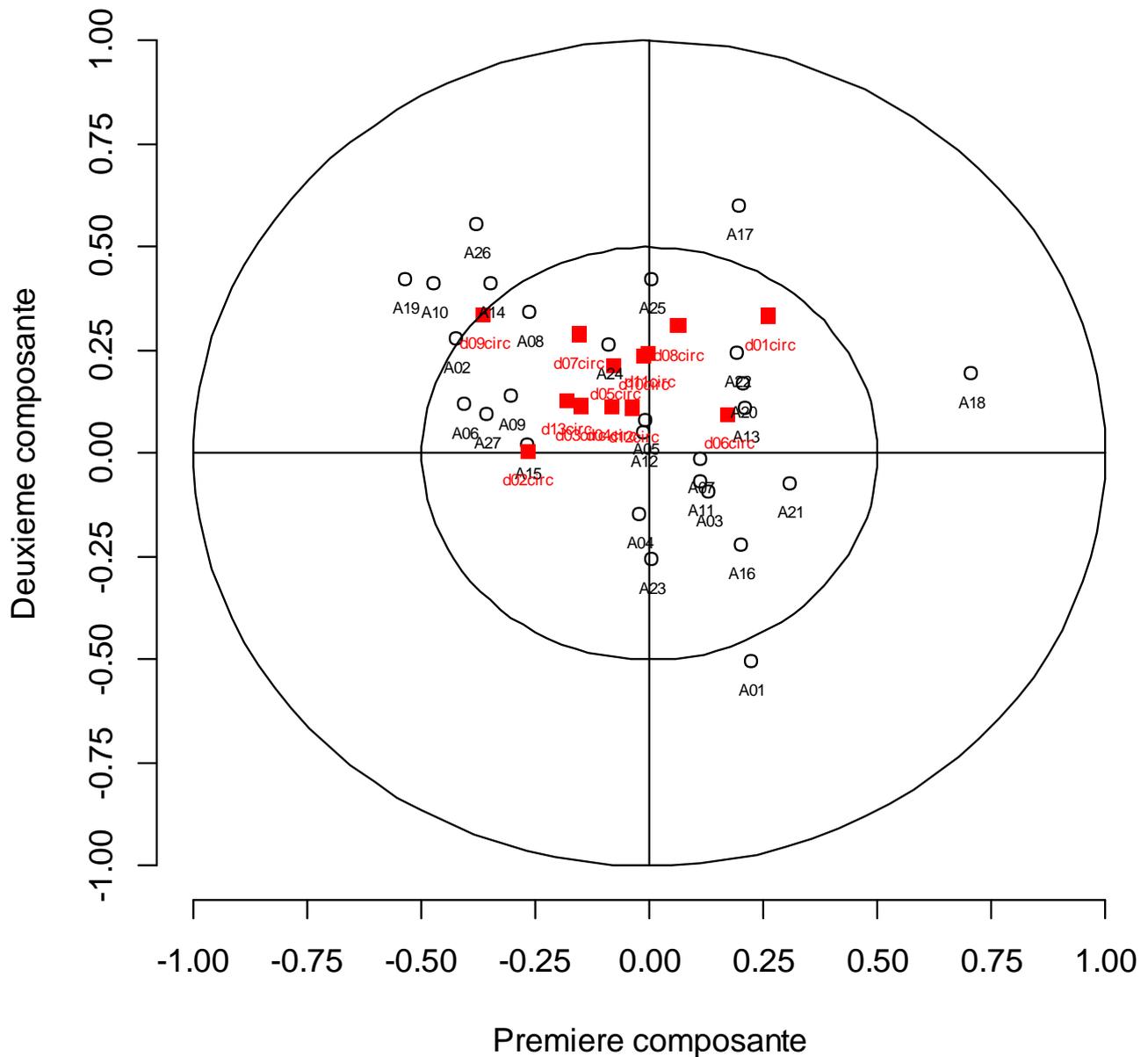
V.3.5.2 L'analyse canonique et le choix des axes

Les valeurs du test asymptotique indiquent qu'il ne faudrait conserver aucun axe car le Lambda est déjà supérieur au seuil critique pour le premier axe (Lambda = 0,109). Contrairement au résultat du test asymptotique le test de permutation montre que le seuil critique est atteint à partir du deuxième axe (axe 1 : 0,053). Les différences entre ces deux tests, peuvent provenir de la normalité des variables. En effet, le test asymptotique se base sur l'hypothèse de normalité alors que les tests de permutation ne font pas d'hypothèse sur la distribution des données. Il est donc cohérent d'avoir des différences entre ces deux tests²⁷². Dans les circulations nous conserverons qu'**un seul axe** pour l'interprétation des résultats de l'analyse canonique de corrélation.

²⁷² Le lecteur peut également se référer aux annexes pour voir les graphiques des éboulis des corrélations (annexe 4).

V.3.5.3 Les résultats de l'analyse canoniques et le choix des variables à intégrer aux modèles

Figure 75 : Graphique de l'analyse des corrélations canoniques – la circulation



A06	Surface de vitrage zénithal	A18	Saturation minimum du sol
A08	Quantité de luminaires au plafond	A19	Quantité de couleurs différentes sur les sols
A10	L'obscurité maximum de la teinte des murs.	A25	Quantité de couleurs différentes sur les plafonds
A14	Quantité de couleurs différentes sur les murs	A26	Quantité de matériaux différents sur les murs

Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel R, Package CCA.

La variable clinique qui a été retenue car elle contribue fortement au premier axe est *la réactivité au changement et à la frustration* (D09). Cette variable varie dans le même sens que (Figure 75):

- *La quantité de matériaux sur les murs,*
- *La quantité de matériaux sur les sols,*
- *La quantité de couleurs utilisée pour les sols,*
- *la quantité de couleurs utilisée pour les murs,*
- *La surface totale de circulation dans l'hébergement,*
- *La surface de vitrage zénithal,*
- *L'obscurité maximum de la teinte des murs.*

En revanche cette variable est opposée à la *saturation minimum du sol*.

Ainsi dans les circulations les variables qui pourraient être les plus problématiques semblent être liées aux changements et en particulier **aux teintes et matériaux**.

V.3.6 La chambre, les WC, les salles de bains, les parcours et les variables relatives au contexte

Étant donné que la méthodologie utilisée est identique pour l'ensemble des pièces mesurées, nous avons présenté ci-dessus en détail les tests des pièces les plus significatifs. Pour les autres pièces, nous nous attacherons à faire ressortir ci-dessous les principaux résultats (il est possible de voir le détail des tests en annexe 5). Les résultats de l'analyse de redondance, et le test de significativité qui lui est associé pour les variables relatives « au contexte », aux WC, aux salles de bains, aux chambres, « aux parcours du salon aux chambres » indique l'existence d'une relation linéaire entre le groupe de variables architecturale et le groupe de variables cliniques dans ces pièces. En revanche, les tests de significativité ne permettent pas de retenir l'hypothèse de la présence d'un lien entre les variables cliniques et les variables architecturales dans les *parcours des chambres aux salles à manger* et dans les deux parcours *de la salle à manger aux salles d'activités*.

Les chambres

Pour les chambres, les tests de significativité des axes indiquent qu'il faut rejeter les deux axes. Toutefois, la valeur du lambda pour le premier axe est presque significative, nous avons donc poursuivi l'analyse canonique. La variable clinique qui contribue le plus est *la réactivité au changement et à la frustration* (comme dans plusieurs autres pièces). Les résultats de l'analyse canonique dans cette pièce permettent de voir qu'une quantité de vitrage importante dans la pièce (*surface vitrée totale et pourcentage d'ouverture*) serait un facteur aggravant de ces troubles. Ces résultats sont cohérents avec ce que nous avons détecté précédemment. D'autre part, il semblerait que les murs saturés, foncés et présentant des différences de saturations importantes favoriseraient *la réactivité au changement et à la frustration*. De la

même manière, plus les chambres auraient des matériaux différents et plus les troubles dans ce domaine augmenteraient. Il semble donc que les variables architecturales les plus influentes dans la chambre sur les variables cliniques seraient les variables **relatives à l'obscurité des teintes, la saturation, à la quantité de matériaux, d'éclairage naturel et de vues sur l'extérieur.**

Les WC et salles de bains et les variables relatives au contexte de l'établissement

Les tests de significativité des axes de l'analyse de corrélation canonique indiquent qu'il faut rejeter les deux axes pour les WC, les salles de bains et les variables relatives au contexte de l'établissement. Par ailleurs, lorsque l'on analyse le graphique du cercle des corrélations canonique on peut voir que seules les variables architecturales se situent loin du centre du cercle. Les variables cliniques quant à elles sont toutes situées relativement près du centre du cercle (ce sont uniquement les co-variables architecturales qui contribuent aux coefficients de corrélation canonique). Il ne semble pas exister de lien entre les deux groupes variables. Nous n'avons donc pas poursuivi l'analyse pour ces pièces.

Les parcours

Pour les parcours *des salles à manger aux salles d'activités manuelles et motrices* (parcours 2 et 3) l'analyse de redondance comme l'analyse de corrélations canonique semble indiquer que l'on ne peut pas conserver l'hypothèse selon laquelle ces deux groupes seraient liés. Par conséquent nous n'avons pas continué l'analyse.

Concernant le parcours qui va des *chambres aux salons* (parcours 4), les résultats de l'analyse de redondance montrent que le groupe de variables architecturales explique 23,1% du groupe de variables cliniques. La p-value calculée durant le test de significativité vient confirmer que ces deux groupes seraient liés. L'analyse des résultats des tests de significativité des axes canoniques indique qu'il est pertinent de ne retenir que le premier axe pour la suite de l'analyse. Les variables cliniques qui ont été retenues car elles contribuent fortement au premier axe sont la *réactivité au changement, à la frustration(D09)* et *l'autonomie personnelle (D13)*. Plus les *hauteurs* sont importantes et plus les troubles liés à la *réactivité au changement et à la frustration* et à *l'autonomie personnelle* augmentent. Plus il y aurait de *teintes et des matériaux différents* (pour le sol) et plus on note des troubles dans ces deux domaines. Par ailleurs, les *murs foncés* aggravent les troubles dans ces domaines. Les sols plus clairs et moins saturés varient en sens inverse des troubles de *l'autonomie personnelle* et de la *réactivité au changement et à la frustration*.

Pour le parcours allant de la chambre à la salle à manger (parcours 1), même si les résultats du test de significativité de l'analyse de redondance ne permettent pas de retenir l'hypothèse de l'existence d'une relation entre le groupe de variables architecturales et le groupe de variables cliniques, un des tests de significativité du choix des axes de l'analyse canonique semble indiquer qu'il serait possible de retenir un axe. Nous analyserons donc les résultats de l'analyse canonique uniquement sur le premier axe et en conservant une vigilance sur les

conclusions à tirer de ces résultats. Il s'agit avant tout de vérifier si ces résultats vont dans la même direction que les résultats des autres pièces et parcours. Les variables cliniques qui contribuent au premier axe sont la *manifestation de l'affectivité*(D07) et *l'autonomie personnelle* (D13). Plus la *quantité de teintes* et la *quantité de matériaux différents* sont élevées et plus il semble y avoir de troubles de *l'autonomie personnelle* et de *manifestation de l'affectivité et des contacts corporels*. Des *murs foncés* favoriseraient des troubles dans ces deux domaines. La saturation et l'obscurité minimum des sols varient en sens des troubles liés à l'affectivité et à l'autonomie personnelle. Ces résultats semblent cohérents par rapport aux résultats trouvés pour le parcours 4.

V.3.7 Les résultats globaux de l'analyse de canonique et de la RDA

Il est possible de constater à l'issue de l'analyse de corrélation canonique que certaines variables cliniques ne contribuent jamais ou rarement et qu'au contraire certaines ressortent dans la plupart des situations types évaluées (Tableau 36). Le domaine de l'EPOCAA qui semble le plus souvent lié aux variables architecturales est la *réactivité au changement et à la frustration* (D09) ; ce domaine est suivi des domaines de la *recherche d'isolement* (D01), de la *réactivité sensori-motrice, aux stéréotypies et aux autostimulations* (D08) et de *l'autonomie personnelle* (D13). Au contraire, certains domaines de l'EPOCAA n'ont jamais été projetés à l'extérieur du cercle et/ou à proximité des variables architecturales. C'est le cas des trois domaines suivants : *les troubles thymiques* (D04), *la réactivité aux stimuli sensoriels* (D11) et *les conduites inadaptées en collectivité* (D12). Le domaine relatif à la *manifestation de l'affectivité* (D07) quant à lui est lié aux variables architecturales uniquement dans le parcours de la chambre à la salle à manger (parcours n°1) pour lequel les résultats du test de significativité (de l'analyse de redondance et du test asymptotique du choix des axes de l'ACC) étaient supérieurs au seuil critique. Ainsi, certaines variables cliniques au vu des résultats de l'ACC ne sont jamais liées linéairement aux variables architecturales.

Tableau 36 : Liste des variables cliniques qui contribuent le plus aux axes de l'ACC

	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13
Salon									X				X
Salle à manger	X	X				X		X					
Salle manuelle	X		X		X			X	X				X
Salle motrice	X	X			X			X	X				
Circulation									X				
Chambre									X				
WC													
Salle de bain													
Parcours 1							X						X
Parcours 2													
Parcours 3													
Parcours 4									X				X

Il est possible de voir que ce sont dans les pièces fréquentées collectivement et donc qui peuvent engendrer des surcharges sociales et sensorielles que les variables architecturales et cliniques semblent le plus liées. Ces résultats peuvent certainement provenir des caractéristiques même de la symptomatologie autistique (caractérisé par l'isolement, des problèmes d'interactions etc...). On peut également émettre l'hypothèse que les troubles dans les pièces comme les chambres, les WC et les salles de bains sont peut-être moins ressorties car ces pièces présentent au sein de notre corpus relativement peu de variations dans leurs caractéristiques architecturales. Par ailleurs, les cliniciens ont eu recours à de l'hétéro-évaluation (évaluation des comportements des résidents par une tierce personne), on peut ainsi imaginer que les éducateurs ont peut-être moins de visibilité sur les troubles qui se déroulent dans les WC, les salles de bains et dans les chambres que dans les pièces à usage collectif.

Dans la plupart des « lieux » (hormis dans trois des parcours sur les quatre), il semble y avoir un lien entre le groupe de variables architecturales et le groupe de variables cliniques (Tableau 37). Les résultats de l'analyse de redondance montrent que c'est dans les deux salles d'activités que ce lien est le plus important.

Tableau 37 : Récapitulatif des résultats de l'analyse de redondance

	Pourcentage de variabilité du groupe clinique expliqué par le groupe architectural	Test de l'hypothèse nulle (H0) = Y et X ne seraient pas linéairement liées
Salon	22,4%	pvalue < 0,0001
Salle à manger	22,13%	pvalue < 0,0001
Salle « manuelles »	33,36%	pvalue < 0,0001
Salle « motrices »	31,24%	pvalue < 0,0001
Variables générales	12,9%	pvalue = 0,042
Circulations	21,9%	pvalue < 0,0001
Chambre	21,6%	pvalue = 0,010
WC	15,43%	pvalue < 0,0001
SDB	12,39%	pvalue = 0,014
Parcours 1	19,62%	pvalue = 0,112
Parcours 2	1,82%	pvalue = 0,820
Parcours 3	1,13%	pvalue = 0,928
Parcours 4	23,12%	pvalue = 0,014

Tableau récapitulatif du sens de variation des troubles et conclusion

Étant donné que l'analyse canonique ne se base pas sur l'hypothèse d'une distribution normale des variables. Nous accordons une bonne confiance aux résultats obtenus. Nous les avons donc exploités en priorité, en relevant en particulier le sens de variation des relations entre les domaines de l'EPOCAA et les variables architecturales. Pour les variables à modéliser, pour lesquelles nous ne pouvons retenir l'hypothèse de normalité, nous nous baserons uniquement sur les résultats de l'analyse canonique pour dégager des premières pistes de recommandations et pour construire nos hypothèses pour la phase expérimentale. Pour les autres variables cliniques, même si nous construisons des modèles de covariance et de régression pour tenter d'identifier les variables architecturales les plus influentes sur les domaines de l'EPOCAA, nous nous baserons également sur les résultats de l'ACC qui permettent de détecter des tendances et des rapprochements. Le Tableau 38 donne un aperçu des principaux résultats de l'analyse canonique. Dans ce tableau, on trouve les variables des

deux groupes (architectural et clinique) qui se révèlent liées entre elles ainsi que leurs sens de variation. Ces tableaux se lisent de la manière suivante : un « + » indique que les deux variables varient dans le même sens et un « - » qu'elles varient en sens inverse.

Si l'on prend par exemple, pour illustrer la lecture de ces tableaux, le domaine de *la réactivité au changement et à la frustration (D09)* (qui est le domaine clinique le plus lié à l'architecture), on retrouve des récurrences entre les différentes pièces du corpus. Ainsi, il semblerait que ce domaine clinique soit particulièrement lié :

- Aux quantités d'éclairage et de vues/distracteurs dans la pièce (salon ; salles motrices, salles d'activités manuelles, circulations, chambres) et à la perméabilité avec les pièces en contact et avec l'extérieur (salle d'activités manuelles)
- Aux dimensions des pièces
- À la variation d'un point à un autre du bruit de fond (salons, salles motrices), du temps de réverbération (salle d'activités motrices) et au temps de réverbération moyen (salles d'activités manuelles).
- Aux quantités de matériaux utilisés (salles d'activités motrices, salles d'activités manuelles, circulations, chambres et parcours)
- Aux quantités de teintes utilisées, aux saturations et à l'obscurité (salles d'activités manuelles, circulations, chambres et parcours),

Tableau 38 : Tableau récapitulatif des résultats de l'analyse canonique par pièce

Salon (1 axe)		
	D09	D13
Le nombre d'orientations	+	+
La surface vitrée totale	+	+
Le volume	+	+
Le nombre maximum d'utilisateurs simultanés	+	+
La surface	+	+
Le pourcentage de vitrage	+	+
La hauteur maximum	+	+
Les variations de bruit de fond	+	+
Luminosité de l'éclairage artificiel (évaluation experte)	-	-
La quantité d'éclairage par m ³	-	-

Salle à manger (1 axe)				
	D01	D02	D06	D08
La quantité de teintes	+	-	+	+
La quantité d'éclairage par m ³	+	-	+	+
La saturation du sol	+	-	+	+
L'obscurité maximum de la teinte des murs	+	-	+	+
Le nombre d'orientations	+	-	+	+
La saturation maximum des murs	+	-	+	+
Le nombre de vitrages intérieurs	+	-	+	+
Le bruit de fond moyen	-	+	-	-

Salle d'activités manuelles (2 axes)						
	D01	D03	D05	D08	D09	D13
La surface	+	+	+	+		-
Le volume	+	+	+	+		-
La hauteur maximum	+	+	+	+		-
Le nombre de zones de cachettes	+	+	+	+		-
Les variations de bruit de fond	+	+	+	+		-
Le temps de réverbération moyen	+	+	+	+	+	
La quantité de vitrage intérieur	+	+	+	+	+	
La surface de vitrage intérieur	+	+	+	+	+	
La perméabilité visuelle intérieure	+	+	+	+	+	
La perméabilité physique,	+	+	+	+	+	
La quantité de teintes	+	+	+	+	+	
La saturation maximum des portes	+	+	+	+	+	
L'obscurité maximum de la teinte des portes	+	+	+	+	+	
La quantité des matériaux sur les murs	+	+	+	+	+	
L'étalement	+	+	+	+		-
Le nombre d'accès extérieurs	+	+	+	+		
La quantité d'angles sortants	+	+	+	+		
La saturation du sol	-	-	-	-		+
Le pourcentage de surface toujours visible	-	-	-	-		+
Le pourcentage de vitrage					+	+
La luminosité de l'éclairage artificiel (évaluation experte)					-	
La perméabilité visuelle extérieure					+	+

Salle d'activités motrices (2 axes)					
	D01	D02	D05	D08	D09
La surface	+		+	+	
Le volume	+		+	+	
Les angles rentrants dans la pièce	+		+	+	
Le nombre d'accès intérieurs	+		+	+	
La luminosité de l'éclairage artificiel (évaluation experte)	+		+	+	
L'obscurité minimum de la teinte des murs	+		+	+	
L'obscurité maximum de la teinte des portes	+	-	+	+	-
Les différences de lumière	-		-		
La surface vitrée totale		+			+
Le pourcentage d'ouverture ;		+			+
La perméabilité visuelle extérieure		+			+
La quantité de matériaux utilisée pour les murs ;		+			+
Les variations de bruit de fond		+			+
Les variations de temps de réverbération		+			+
La compacité ;		+		-	+
La hauteur maximum		-			-

Circulation (1 axe)	
	D09
La quantité de matériaux sur les murs	+
La quantité de matériaux sur les sols	+
La quantité de couleurs utilisée pour les sols	+
La quantité de couleurs utilisée pour les murs	+
La surface totale de la circulation	+
La surface de vitrage zénithal	+
L'obscurité maximum de la teinte des murs	+
La saturation minimum du sol	-

Chambre (1 axe)	
	D09
Le pourcentage de vitrage	+
La surface vitrée totale	+
La saturation maximum des murs	+
La différence entre la saturation maximum et minimum des murs	+
L'obscurité maximum de la teinte des murs,	+
L'obscurité minimum de la teinte des murs.	+
La quantité de matériaux différents utilisés	+

Parcours 4 (1 axe)		
	D09	D13
La hauteur maximum durant le parcours	+	+
L'obscurité maximum de la teinte des murs durant le parcours	+	+
La quantité de teintes utilisée pour le sol	+	+
La quantité de matériaux utilisée au niveau du sol	+	+
L'obscurité minimum de la teinte des sols	-	-
La saturation minimum des sols	-	-

Parcours 1 (1 axe) à analyser avec vigilance		
	D07	D13
La quantité de teintes présentes au niveau des sols	+	+
L'obscurité maximum de la teinte des murs	+	+
Le nombre de changements de matériaux au niveau des sols	+	+
L'obscurité minimum de la teinte des sols	-	-
La saturation minimum des sols	-	-

Le Tableau 39 montre les relations récurrentes entre une variable architecturale et une variable clinique. Il se lit de la manière suivante : +2/0 par exemple signifie que le domaine clinique varie dans le même sens que la variable architecturale dans deux pièces et qu'ils ne varient dans aucune pièce en sens inverse. +1/-4 signifie que la variation est inverse dans quatre pièces, et dans le même sens dans une seule pièce.

Ce tableau permet donc de détecter rapidement : les résultats les plus partagés entre les différentes pièces, les variables architecturales qui sont le plus souvent liées aux variables cliniques, et l'existence de corrélations inverses d'une pièce à une autre (on note rarement ce type de cas de figure). Les variables architecturales qui sont les plus récurrentes sont : le *pourcentage de vitrage* dans la pièce (dans quatre pièces différentes avec toujours une relation positive), la *surface vitrée totale*, la *quantité de teintes*, l'*obscurité maximum des murs*, la *quantité de matériaux sur les murs et sur les sols*, et. Comme nous l'avons déjà évoqué ces variables ressortent essentiellement avec les troubles de *la réactivité au changement et à la frustration*. Si l'on cumule l'ensemble des troubles de l'EPOCAA on peut noter que le *volume*, la *surface* et la *hauteur maximum* ressortent également

Tableau 39 : Récapitulatifs des résultats de l'Analyse des Corrélations Canoniques toutes pièces confondues

	Domaines cliniques	D01	D02	D03	D05	D06	D07	D08	D09	D13	Total
	Variables architecturales										
Dimensions	Nombre d'utilisateurs	0	0	0	0	0	0	0	+1/0	+1/0	+2/0
	Volume	+2/0	0	+1/0	+2/0	0	0	+2/0	+1/0	+1/-1	+9/-1
	Surface	+2/0	0	+1/0	+2/0	0	0	+2/0	+2/0	+1/-1	+10/-1
	Hauteur maximum	+1/0	0/-1	+1/0	+1/0	0	0	+1/0	+2/-1	+2/-1	+8/-3
	Compacité	0	+1/0	0	0	0	0	0/-1	+1/0	0	+2/-1
	Étalement	+1/0	0	+1/0	+1/0	0	0	+1/0	0	0/-1	+4/-1
Perméabilité de la pièce	Angles rentrants	+1/0	0	0	+1/0	0	0	+1/0	0	0	+3/0
	Angles sortants	+1/0	0	+1/0	+1/0	0	0	+1/0	0	0	+4/0
	Pourcentage de surface toujours visible	0/-1	0	0/-1	0/-1	0	0	0/-1	0	+1/0	+1/-4
	Nombre de cachettes	+1/0	0	+1/0	+1/0	0	0	+1/0	0	0/-1	+4/-1
Perméabilité avec la es pièce en contact	Perméabilité physique	+1/0	0	+1/0	+1/0	0	0	+1/0	+1/0	0	+5/0
	Perméabilité visuelle intérieure	+1/0	0	+1/0	+1/0	0	0	+1/0	+1/0	0	+5/0
	Surface de vitrage intérieur	+1/0	0	+1/0	+1/0	0	0	+1/0	+1/0	0	+5/0
	Nombre de vitrages intérieurs	+1/0	0/-1	+1/0	0	+1/0	0	+2/0	+1/0	0	+6/-1
	Nombre d'accès intérieurs	+1/0	0	0	+1/0	0	0	+1/0	0	0	+3/0
	Nombre d'accès extérieurs	+1/0	0	+1/0	+1/0	0	0	+1/0	0	0	+3/-1
	Perméabilité visuelle extérieure	0	+1/0	0	0	0	0	0	+2/0	+1/0	+4/0
Éclairage naturel et artificiel	Nombre d'orientations	+1/0	0/-1	0	0	+1/0	0	+1/0	+1/0	+1/0	+5/-1
	Surface vitrée	0	+1/0	0	0	0	0	0	+3/0	+1/0	+5/0
	Pourcentage de vitrage	0	+1/0	0	0	0	0	0	+4/0	+2/0	+7/0
	Surface de vitrage zénithal	0	0	0	0	0	0	0	+1/0	0	+1/0
	Différences de lumière	0/-1	0	0	0/-1	0	0	0	0	0	0/-2
	Quantité d'éclairage par m ³	+1/0	0/-1	0	0	+1/0	0	+1/0	0/-1	0/-1	+3/-3
	Luminosité éclairage artificiel	+1/0	0	0	+1/0	0	0	+1/0	0/-2	0/-1	+3/-3
Acoustique	Temps de réverbération moyen	+1/0	0	+1/0	+1/0	0	0	+1/0	+1/0	0	+5/0
	Variation de bruit de fond	+1/0	0	+1/0	+1/0	0	0	+1/0	+2/0	+1/-1	+7/-1
	Bruit de fond moyen	0/-1	+1/0	0	0	0/-1	0	0/-1	0	0	+1/-3
	Variation de TR	0	+1/0	0	0	0	0	0	+1/0	0	+2/0
Colorimétrie	Quantité de teintes (mur)								+1/0		+1/0
	Quantité de teintes (sol)						+1/0		+3/0	+1/0	+5/0
	Quantité de teintes	+2/0	0/-1	+1/0	+1/0	+1/0	0	+2/0	+1/0	+2/0	+9/-1
	Saturation (sol)	+1/-1	0/-1	0/-1	0/-1	+1/0	0	+1/0	0	+1/0	+4/-4
	Obscurité maximum (mur)	+2/0	0/-1	0	0	+1/0	+1/0	+1/0	+3/0	+2/0	+10/-1
	Obscurité minimum (sol)	0	0	0	0	0	0/-1	0	0/-2	0/-2	0/-5
	Obscurité minimum (mur)	+1/0	0	0	+1/0	0	0	+1/0	+1/0	0	+4/0
	Saturation maximum (mur)	+1/0	0/-1	0	0	+1/0		+1/0	0	0	+3/-1
	Saturation maximum (porte)	+1/0	0	+1/0	+1/0	0	0	+1/0	+1/0	0	+5/0
	Saturation minimum (sol)	0	0	0	0	0	0/-1	0	0/-2	0/-2	0/-5
	Obscurité maximum (porte)	+2/0	0	+1/0	+2/0	0	0	+2/0	+1/-1	0	+8/-1
Matériaux	Quantité matériaux (mur)	+1/0	+1/0	+1/0	+1/0	0	0	+1/0	+4/0	0	+9/0
	Quantité matériaux (sol)	0	0	0	0	0	0	0	+2/0	+1/0	+3/0
	Nombre de changements matériaux (sol)						+1/0		+1/0	+1/0	+3/0
Total		+31/-4	+7/-8	+17/-2	+23/-3	+7/-1	+3/-2	+31/-3	+44/-9	+20/-12	

Les résultats fournis par l'analyse canonique de corrélation permettent dorénavant d'identifier :

- Parmi le groupe de variables architecturales et cliniques celles qui sont le plus liées entre elles deux à deux,
- Parmi les troubles cliniques ceux qui sont le plus liés à l'architecture.
- Le sens de variation des variables entre elles.

Toutefois ce type d'analyse ne mesure pas l'influence d'autres facteurs « parasites » tels que les médicaments. Elle ne permet pas non plus de tester l'influence d'un paramètre architectural connaissant les autres, il s'agit uniquement de l'étude des relations d'une variable avec une autre indépendamment des autres. Les modèles de covariance et régression construits ci-après montrent l'impact d'une combinaison de variables sur les différents troubles et peuvent servir à compléter les résultats de l'ACC. Une première étape consiste à sélectionner les variables cliniques « à expliquer » qui remplissent les conditions de normalité nécessaire pour l'utilisation de ces tests (se référer au paragraphe p.167 pour plus d'explications).

V.4 Résultats des modèles de covariance et de régression

V.4.1 Test de la normalité des variables à modéliser et transformation logarithmique

Les tests de normalité effectués sur les variables cliniques que nous souhaitons modéliser/expliquer (variables cliniques qui sont dans le tableau récapitulatif des résultats de l'analyse canonique) et les analyses graphiques de ces variables n'ont pas permis de conserver l'hypothèse selon laquelle ces variables seraient normalement distribuées. Nous avons donc appliqué une transformation logarithmique à l'ensemble de ces variables. Cette transformation a pour objectif de rendre la distribution de ces dernières plus proches d'une loi normale. Dans un second temps, nous avons testé de nouveau la normalité de l'ensemble de ces variables et retenu pour la construction des modèles linéaires généralisés (GLM) uniquement les variables cliniques qui se rapprochent d'une loi normale. Même si les résultats des tests statistiques numériques ne permettent pas tous de conserver les hypothèses de normalité, les analyses graphiques (dont le tableau en annexe 6 récapitule les étapes) nous ont permis de conserver ces hypothèses pour certains domaines cliniques : *D09* dans les salons; *D02* et *D08* dans les salles à manger; *D02*, *D08* et *D09* dans les salles « motrices »; *D03*, *D05*, *D08* et *D09* dans les salles « manuelles » ; et *D09* pour la circulation. Nous construirons donc 11 modèles différents. Pour les variables que nous avons écarté (*D13* pour les salons ; *D01* et *D06* pour les salles à manger ; *D01* et *D05* pour les salles « motrices »; *D01* et *D13* pour les salles « manuelles »), nous nous baserons uniquement sur les résultats de l'analyse canonique, pour proposer des premières recommandations de conception architecturale.

V.4.2 Le salon

V.4.2.1 D09 réactivité au changement et à la frustration.

À l'issue de l'analyse canonique, nous avons retenu 10 variables architecturales quantitatives qui semblent être liées à *la réactivité au changement et à la frustration* et que nous allons intégrer au modèle de covariance. Par ailleurs, nous avons vu précédemment pour ce domaine clinique, qu'il est nécessaire d'appliquer la variable contrôlée : *Médicamentation* (cf. tableau récapitulatif des variables contrôlées à appliquer p. 162) car on suppose que la prise de médicaments par les résidents pourrait avoir un impact plus significatif que les variables architecturales. Le modèle final comprend donc 11 variables (10 variables architecturales quantitatives et une variable clinique contrôlée modale) et correspond à l'encadré ci-dessous :

Modèle de covariance (D09 Salon) = régression (*nombre d'orientations ; surface vitrée totale ; volume ; nombre maximum d'utilisateurs ; surface ; pourcentage de vitrage ; luminosité de l'éclairage artificiel (évaluation experte) ; quantité d'éclairage par m³ ; hauteur maximum ; variations de bruit de fond*) + analyse de variance (*Médicamentation*).

Les résultats du modèle de covariance indiquent que 17,9% (voir annexe 7) de la variabilité de *la réactivité au changement et à la frustration* dans le salon est expliquée par les variables architecturales et par la variable clinique qui ont été incluses dans le modèle. Le reste de la variabilité est dû à une combinaison d'autres variables explicatives qui n'ont soit pas été mesurées soit pas été introduites au modèle. Une part de la variabilité de *la réactivité au changement et à la frustration* reste donc bien entendu inexpliquée. Étant donné que la probabilité associée au F (test du F de Fischer), est inférieure à 0,0001, on prend un risque de se tromper de moins de 0,01% en concluant que les variables architecturales et la variable contrôlée apportent une quantité significative d'informations au modèle (voir tableau d'analyse de la variance en annexe 7).

La procédure descendante que nous avons appliquée pour choisir le meilleur modèle indique qu'il faut retenir 10 variables sur les 11 (le *pourcentage de vitrage* a été écarté - Tableau 40). Si l'on analyse l'impact de chaque variable séparément sur le modèle, on note que seulement quatre parmi celles retenues ont un impact significatif (p-value inférieure à 0,05). Ce sont dans l'ordre : *la surface, le volume, le nombre d'orientations dans la pièce et la hauteur maximum*. On peut également noter que la variable clinique *médicamentation* n'est pas significative pour le modèle et qu'elle contribue moins que les variables architecturales.

Comme nous l'avons évoqué dans la partie méthodologique, il est nécessaire de vérifier la normalité des résidus et leur répartition qui est une hypothèse sur laquelle se basent les modèles de covariance. Les résultats de trois tests de normalité (Shapiro Wilks p = 0,052, Anderson-Darling p = 0,190, Test de Lilliefors p= 0,295, test de Jarque-Bera = 0,009) et l'analyse des graphiques QQ Plot, PP plot et du box plot montrent que l'on peut conserver l'hypothèse de résidus normalement distribués (Figure 76). Le graphique des résidus

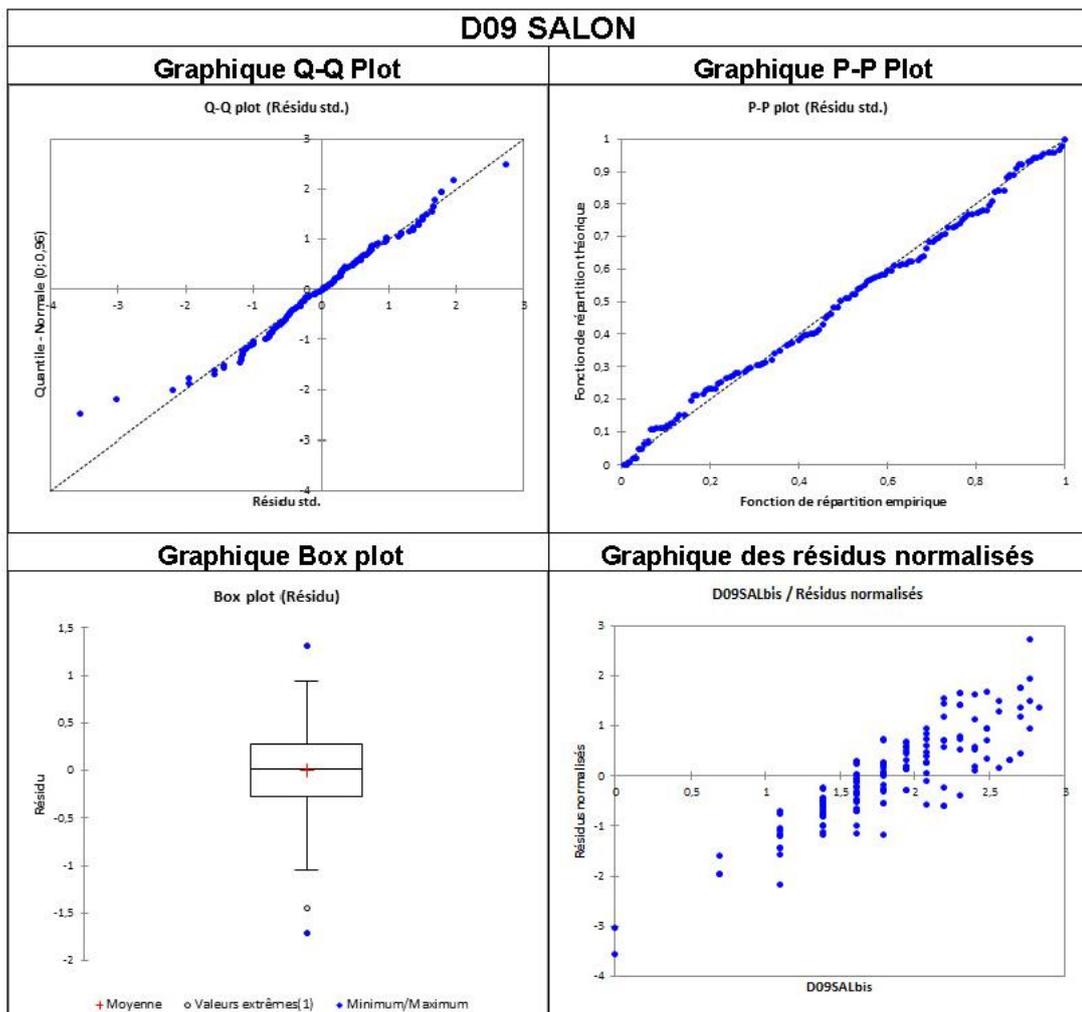
normalisés et l'analyse des résidus centrés réduits (Figure 76) semblent indiquer que seulement 4 individus suspects se situent hors de l'intervalle $[-1,96 ; 1,96]$ sur 148 observations (soit 2,7%). Cette analyse des résidus ne vient donc pas non plus invalider l'hypothèse de normalité.

Tableau 40 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D09 - Salon

Analyse Type III Sum of Squares :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Nombre maximum utilisateurs	1	0,655	0,655	2,850	0,094
Surface	1	1,896	1,896	8,246	0,005
Volume	1	1,655	1,655	7,197	0,008
Hauteur maximum	1	1,011	1,011	4,396	0,038
Nombre orientations dans la pièce	1	1,616	1,616	7,030	0,009
surface vitrée	1	0,650	0,650	2,827	0,095
pourcentage d'ouverture	0	0,000			
Luminosité de l'éclairage artificiel	1	0,514	0,514	2,233	0,137
Quantité d'éclairage par m ³	1	0,826	0,826	3,592	0,060
Variations de bruit de fond	1	0,475	0,475	2,064	0,153
Médicamentation	3	1,109	0,370	1,608	0,190

Figure 76 : La normalité des résidus D09 – salon



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

V.4.3 La salle à manger

V.4.3.1 D08 Réactivité sensori-motrice, stéréotypie et autostimulation

À l'issue de l'analyse canonique, pour construire notre modèle de covariance, nous avons retenu les 8 variables architecturales quantitatives qui étaient les plus corrélées à *la réactivité sensori-motrice, aux stéréotypies et aux autostimulations* dans la salle à manger. Comme avaient pu le montrer les résultats des psychologues cliniciens, on ne peut pas rejeter l'hypothèse selon laquelle le *niveau verbal* impacte les troubles de ce domaine clinique. Cette variable contrôlée sera donc également intégrée au modèle. Le modèle final comprend donc 9 variables et a la forme suivante :

Modèle de covariance (D08 Salle à manger) = régression (*saturation maximum des murs ; quantité d'éclairage par m³, bruit de fond moyen, quantité de teintes, saturation du sol, nombre d'orientations, obscurité maximum du mur, nombre de vitrages intérieurs*) + analyse de variance (*Niveau verbal*).

Le coefficient de détermination (R^2 ajusté) permet de voir que 23,5% de la variabilité de *la réactivité sensori-motrice, aux stéréotypies et aux autostimulations* dans la salle à manger pourrait être expliquée par les 9 variables explicatives sélectionnées. Étant donné que la probabilité associée au F (test du F de Fischer), est inférieure à 0,0001, on prend un risque de se tromper de moins de 0,01% en concluant que les variables architecturales et la variable *niveau verbal* apportent une quantité significative d'informations au modèle (voir tableau d'analyse de la variance joint en annexe 7).

Le meilleur modèle est obtenu en retenant 6 variables sur les 9 (*la saturation maximum des murs, le bruit de fond moyen et le nombre de vitrages intérieurs* ont été écartés). Si l'on analyse maintenant l'impact de chaque variable séparément sur le modèle, on voit Tableau 41) que seulement six variables sont significatives pour le modèle (p-value inférieure à 0,05). Ce sont dans l'ordre d'importance la *quantité de teintes, la quantité d'éclairage par m³, la saturation du sol, l'obscurité maximum de la teinte des murs, le nombre d'orientations* et la variable clinique relative au *niveau verbal* des résidents. Parmi ces six variables, c'est le *niveau verbal* qui contribue le moins.

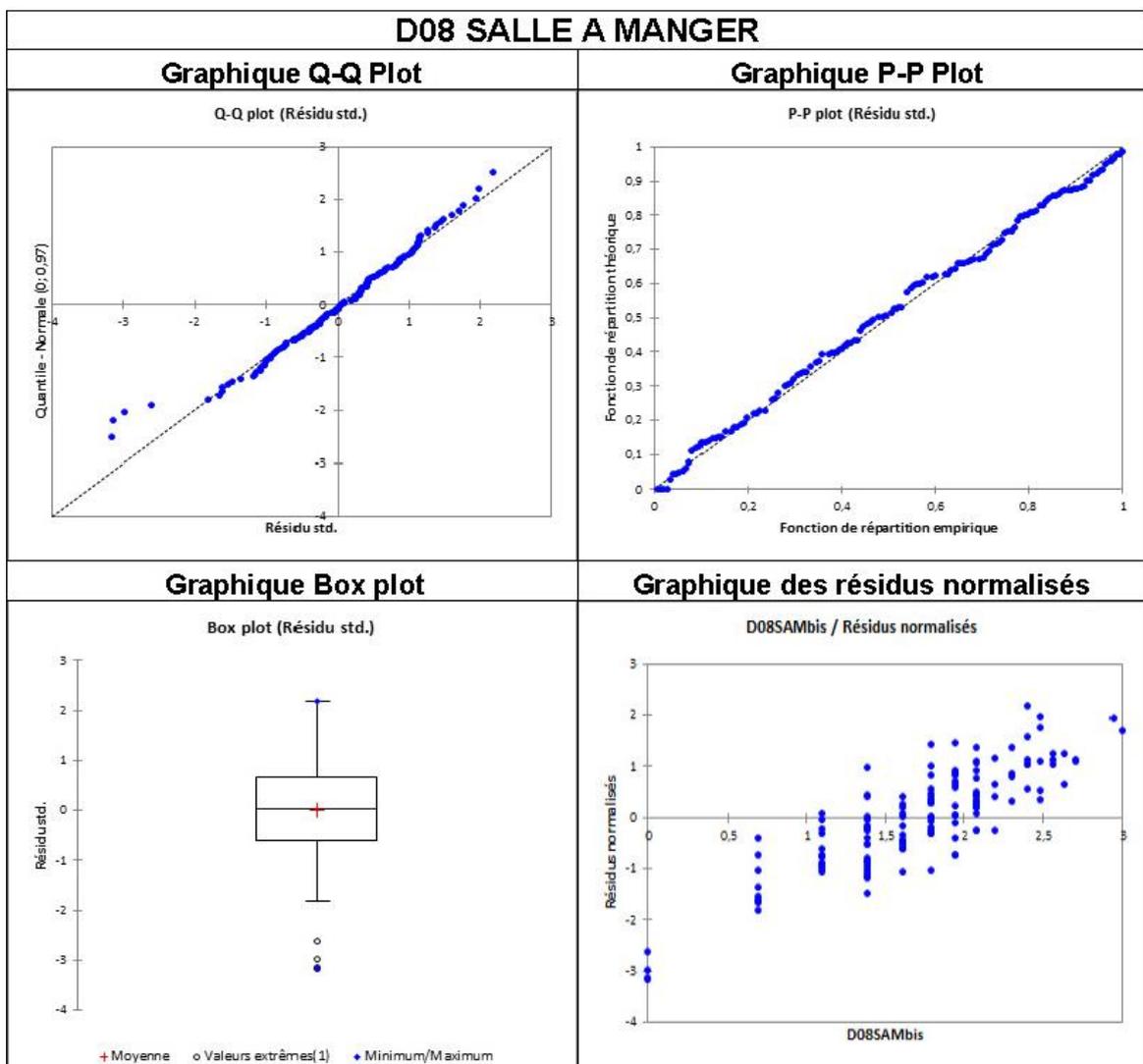
L'analyse des résultats de deux des tests de normalité sur les quatre montre que l'on ne peut pas rejeter l'hypothèse selon laquelle les résidus seraient normalement distribués (Shapiro Wilks $p = 0,007$, Anderson-Darling $p = 0,145$, Test de Lilliefors $p = 0,495$, test de Jarque-Bera = 0,001). Par ailleurs, l'analyse des graphiques ci-dessous semble confirmer cette hypothèse (Figure 77). Le graphique des résidus normalisés et l'analyse des résidus centrés réduits semblent indiquer que seulement 6 individus suspects se situent hors de l'intervalle $[-1,96 ; 1,96]$ sur 148 observations (soit 4,05%). Cette analyse ne vient donc pas invalider l'hypothèse de normalité des résidus.

Tableau 41 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D08 – Salle à manger

Analyse Type III Sum of Squares

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Quantité d'éclairage par m ³	1	3,106	3,106	12,061	0,001
Quantité de teintes	1	5,908	5,908	22,940	< 0,0001
Saturation maximum mur	0	0,000			
Bruit de fond moyen	0	0,000			
Saturation sol	1	2,291	2,291	8,896	0,003
Nombre d'orientation	1	1,161	1,161	4,509	0,035
Nombre de vitrage intérieur	0	0,000			
Obscurité maximum du mur	1	2,007	2,007	7,792	0,006
Niveau verbal	3	2,073	0,691	2,683	0,049

Figure 77 : La normalité des résidus D08 – salle à manger



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

V.4.3.2 D02 Interactions sociales

Huit variables architecturales sélectionnées durant l'analyse canonique comme ayant le plus fort impact sur *les interactions sociales* ont été intégrées au modèle. Le domaine clinique des *interactions sociales* semble également dépendant du *niveau verbal* des résidents (en effet si les personnes n'ont pas accès au langage verbal elles ont généralement moins d'interactions avec les autres personnes) comme en atteste l'étude menée par les cliniciens sur les liens entre les variables contrôlées et les domaines de l'EPOCAA. Le modèle final comprend donc 9 variables architecturales et une variable clinique contrôlée.

Modèle de covariance (D02 Salle à manger) = régression (*saturation maximum des murs ; quantité d'éclairage par m³, bruit de fond moyen, quantité de teintes, saturation du sol, nombre d'orientations, obscurité maximum des murs, nombre de vitrages intérieur*) + analyse de variance (*Niveau verbal*).

Seulement, 12,2% (valeur du R² ajusté) de la variabilité est expliquée par les variables architecturales et la variable clinique contrôlée incluses dans le modèle. Une part importante de la variabilité des *interactions sociales* reste donc inexpliquée par le modèle que nous avons construit. La probabilité associée au F (test du F de Fischer) que l'on peut voir dans le tableau d'analyse de la variance (annexe 7) est égale à 0,00026. On prend donc un risque de se tromper de moins de 0,026% en concluant que les variables explicatives apportent une quantité significative d'informations au modèle.

La procédure descendante que nous avons appliquée pour choisir le meilleur modèle indique qu'il faut retenir 4 variables seulement sur les 9 (*la saturation maximum des murs, la quantité d'éclairage artificiel par m³, le bruit de fond moyen, la quantité de teintes, l'obscurité maximum de la teinte des murs*, ont été écartés) et seulement deux variables apportent une contribution significative, dont le *niveau verbal* (Tableau 42). La *saturation du sol* demeure significative mais contribue dans une moindre mesure au modèle que le *niveau verbal*. Il semblerait donc que les troubles des *interactions sociales* dans les salles à manger sont avant tout liés à l'accès ou non des résidents au langage verbal.

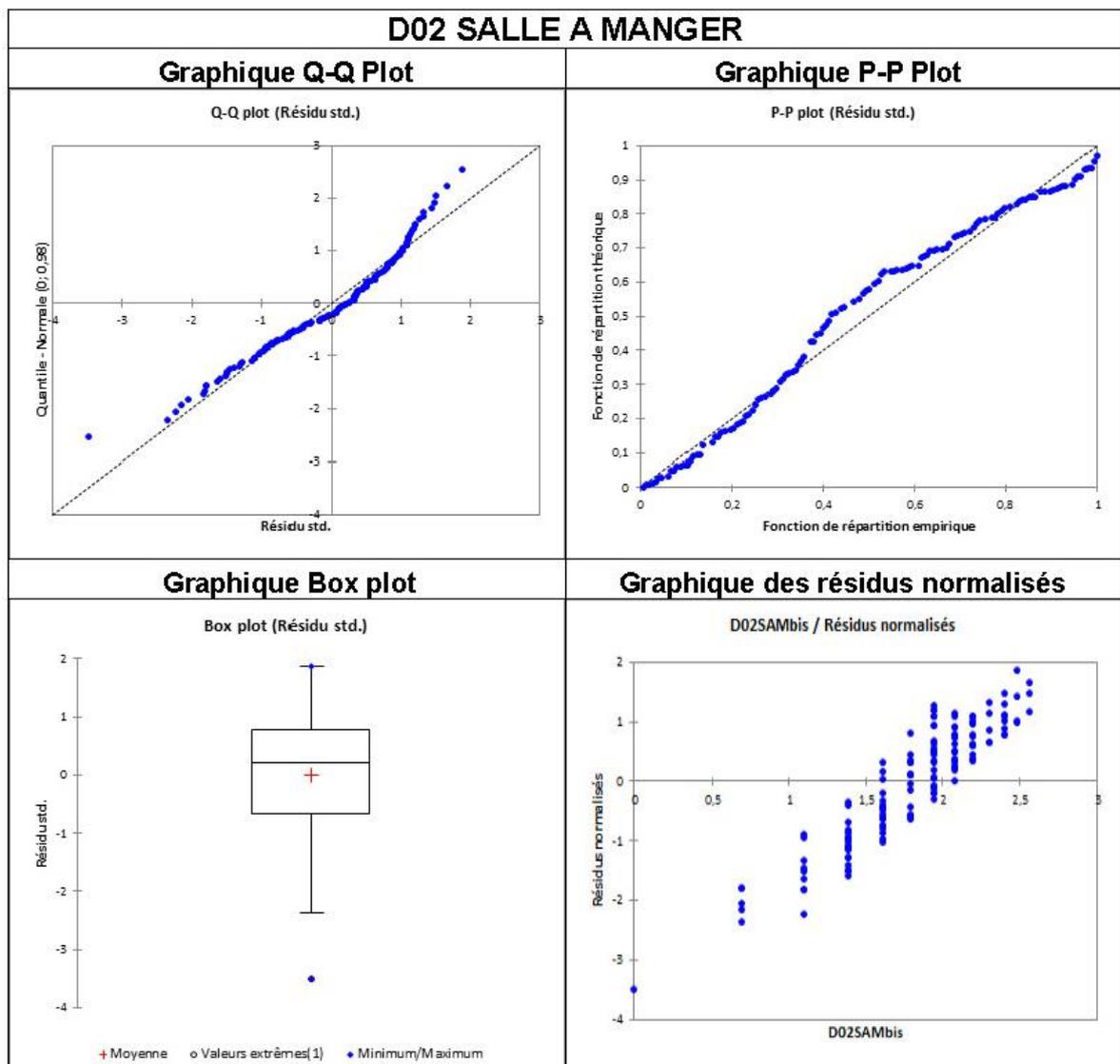
Les résultats de quatre tests de normalité indiquent qu'il faut rejeter l'hypothèse selon laquelle les résidus sont normalement distribués (Shapiro Wilks $p = 0,0003$, Anderson-Darling $p = 0,0001$, Test de Lilliefors $p = 0,001$, test de Jarque-Bera = 0,003). Par ailleurs, l'analyse du graphique box-plot semble confirmer cette hypothèse (Figure 78). En revanche, le graphique des résidus normalisés et l'analyse des résidus centrés réduits montrent que seulement 6 individus suspects se situent hors de l'intervalle $[-1,96 ; 1,96]$ sur 148 observations (soit 4,05%) ce qui ne viendrait pas invalider l'hypothèse de normalité des résidus. On doit donc accorder moins de confiance au modèle obtenu pour les interactions sociales dans la salle à manger.

Tableau 42 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D02 – Salle à manger

Analyse Type III Sum of Squares

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Quantité d'éclairage artificiel par m ³	0	0,000			
Quantité de teintes	0	0,000			
Saturation maximum mur	0	0,000			
Bruit de fond moyen	0	0,000			
Saturation sol	1	1,246	1,246	7,023	0,009
Nombre d'orientations	1	0,536	0,536	3,023	0,084
Nombre vitrages intérieurs	1	0,553	0,553	3,119	0,080
Obscurité maximum des murs	0	0,000			
Niveau verbal	3	3,195	1,065	6,004	0,001

Figure 78 : La normalité des résidus D02 – salle à manger



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

V.4.4 La salle d'activités motrices

V.4.4.1. D02 Interactions sociales

Durant l'analyse canonique nous avons identifié neuf variables architecturales dans les salles d'activités motrices qui seraient le plus liées aux *interactions sociales*. Il est également nécessaire avec ce domaine clinique de tenir compte du *niveau verbal* des résidents. Or, pour les salles d'activités motrices nous avons seulement 89 observations car sur les 148 résidents évalués 59 ne fréquentaient jamais cette salle d'activités, et nous ne pouvons donc pas inclure plus de huit variables explicatives dans le modèle si l'on souhaite éviter le sur-paramétrage de ce dernier. Pour cette raison, nous avons divisé le groupe de variables architecturales selon des thématiques (acoustique, dimensions, ouverture, matériaux).

Par la suite, nous avons sélectionné les variables les plus significatives de chacun de ces sous modèles pour les introduire dans un modèle final. Seul le sous modèle relatif « aux ouvertures » dans la pièce a des variables qui semblent contribuer au modèle. Nous avons donc continué l'analyse uniquement à partir de ce sous modèle. Les résultats de ce modèle de covariance indiquent que 12% de la variabilité du domaine clinique *interactions sociales* est expliquée par les variables architecturales relatives aux ouvertures dans la pièce et la variable contrôlée *niveau verbal*. Étant donné que la probabilité associée au F (test du F de Fischer) est égale à 0,011, on prend un risque de se tromper de moins de 1,1% en concluant que les variables explicatives apportent une quantité significative d'informations au modèle (voir annexe 7).

Si l'on regarde la contribution de chaque variable individuellement au modèle (Tableau 43), il est possible de voir que les quatre variables prises en compte dans le modèle restent significatives et semblent donc contribuer à expliquer une partie des troubles des *interactions sociales*. La variable qui contribue le plus est le *pourcentage de vitrage dans la pièce*. Globalement, le *niveau verbal* contribue un peu moins au modèle que les autres variables.

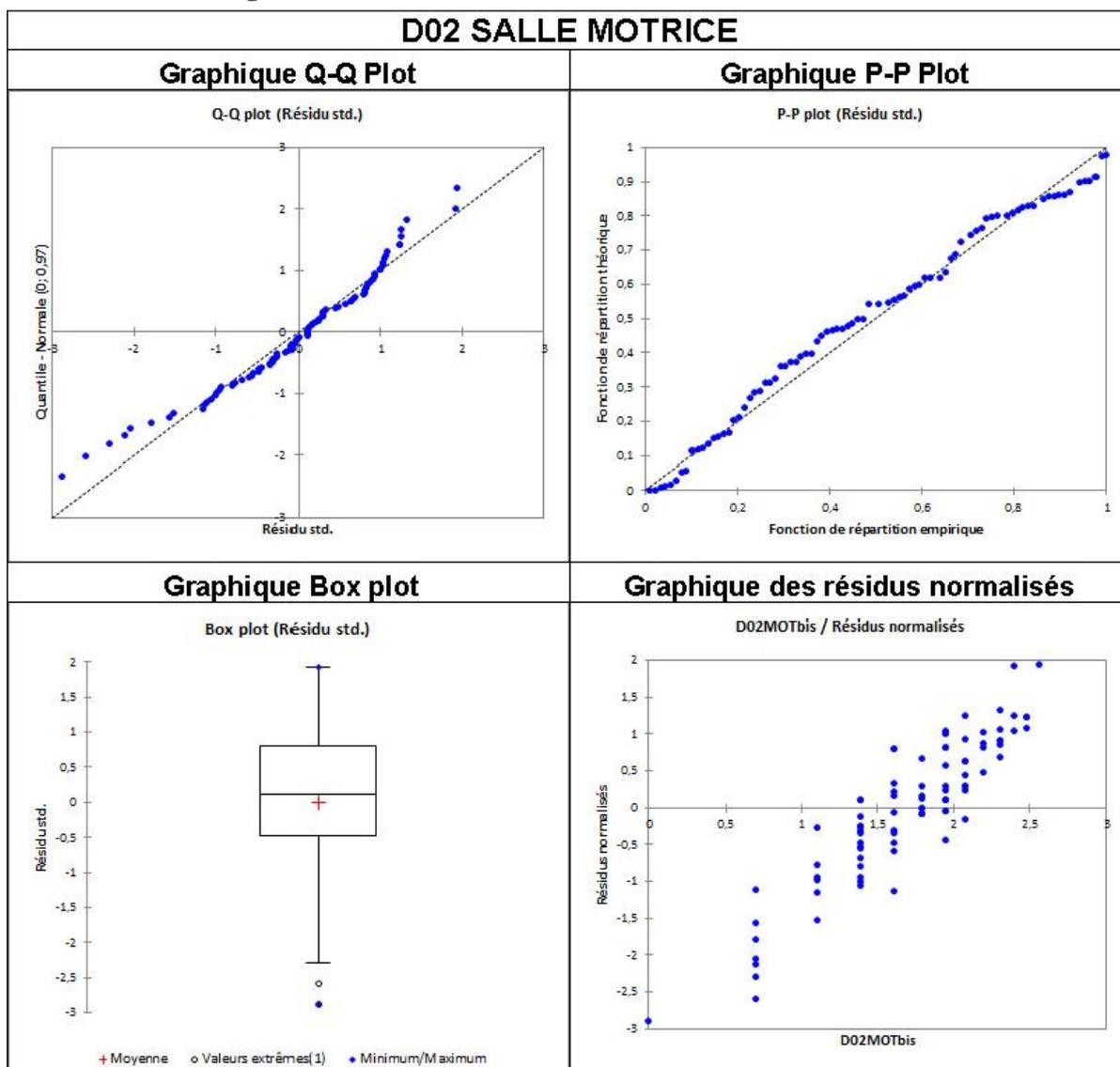
Seul le test de normalité de Lilliefors indique qu'il ne faudrait pas rejeter l'hypothèse selon laquelle les résidus seraient normalement distribués (Shapiro Wilks $p = 0,019$, Anderson-Darling $p = 0,028$, test de Lilliefors $p = 0,238$, test de Jarque-Bera $= 0,040$). Par ailleurs l'analyse du box plot et du graphique des résidus normalisés (Figure 79) montrent la présence de cinq individus suspects qui se situent hors de l'intervalle $[-1,96 ; 1,96]$ sur 89 observations (soit 5,6%). Cette analyse de normalité et distribution des résidus pourrait donc venir invalider l'hypothèse de normalité. Il semble donc préférable pour ces variables de se baser prioritairement sur les résultats de l'analyse canonique.

Tableau 43 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D02 – Salle motrice

Analyse Type III Sum of Squares

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Perméabilité visuelle extérieure	1	0,987	0,987	4,259	0,042
Surface vitrée totale	1	1,039	1,039	4,485	0,037
Pourcentage de vitrage	1	1,898	1,898	8,191	0,005
Niveau verbal	3	1,881	0,627	2,706	0,051

Figure 79 : La normalité des résidus D02 – salle motrice



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

V.4.4.2 D09 Réactivité au changement et à la frustration

Durant l'analyse canonique de corrélation nous avons identifié neuf variables architecturales qui semblaient être liées (ou en tout cas les plus influentes) sur la *réactivité au changement et à la frustration* dans les salles d'activités motrices. Il s'agit de la *hauteur maximum* dans la pièce, de la *compacité* de la pièce, de la *perméabilité visuelle extérieure*, de la *surface vitrée totale*, du *pourcentage de vitrage*, de la *quantité de matériaux différents sur les murs*, de l'*obscurité maximum des portes*, des *variations de temps de réverbération* et des *variations de bruit de fond*. La *réactivité au changement et à la frustration* pourrait également être impactée par la prise de médicaments (antiépileptique et psychotropes) par les résidents ; par conséquent cette variable clinique modale sera également intégrée au modèle. Afin d'éviter le sur-paramétrage de ce dernier (pour mémoire dans les salles d'activités motrices nous ne pouvons pas intégrer plus de huit variables maximum par modèle) nous commencerons l'analyse par la réalisation de sous modèles en fonction de cinq grandes thématiques : « les dimensions », « les ouvertures/éclairage naturel », « la colorimétrie », « les matériaux » et « l'acoustique ». Suite à l'analyse de ces sous modèles il semble pertinent de retenir :

- pour la modèle « dimension » : *la compacité* de la pièce ;
- pour le modèle « ouverture » : *la surface vitrée*,
- pour la « colorimétrie » : *l'obscurité maximum des portes*,
- pour « l'acoustique » : *les variations de bruit de fond* entre les différents points de la pièce,
- pour les matériaux aucune variable ne semble contribuer au modèle.

Le modèle final sera donc constitué de quatre variables architecturales et de la variable clinique contrôlée.

Modèle de covariance (D09 Salle d'activités motrices) = régression (*variation de bruit de fond ; compacité, surface vitrée, obscurité maximum des portes*) + analyse de variance (*Médicamentation*).

18,1 % de la variabilité de la *réactivité au changement et à la frustration* dans les salles d'activités motrices pourrait être expliqué par les variables explicatives du modèle. On prendrait alors 0,04% de risques de se tromper en concluant que les variables explicatives apportent une quantité significative d'informations au modèle. Le meilleur modèle retient quatre variables sur les cinq (la *surface vitrée* a été retirée - Tableau 44). Parmi celles-ci, seulement deux contribuent significativement à expliquer la *réactivité au changement et à la frustration*. Il s'agit en premier des *variations de bruit de fond* et en deuxième de la *compacité*.

Seul le test de normalité de Jarque-Bera infirme la normalité des résidus. On peut voir également sur les graphiques QQ Plot et PP Plot que les résidus sont relativement alignés sur la droite ce qui viendrait confirmer cette première analyse des tests de normalité (Figure 80). De plus, seulement quatre résidus se situent en dehors de l'intervalle [-1,96 ; 1,96] sur 89 soit

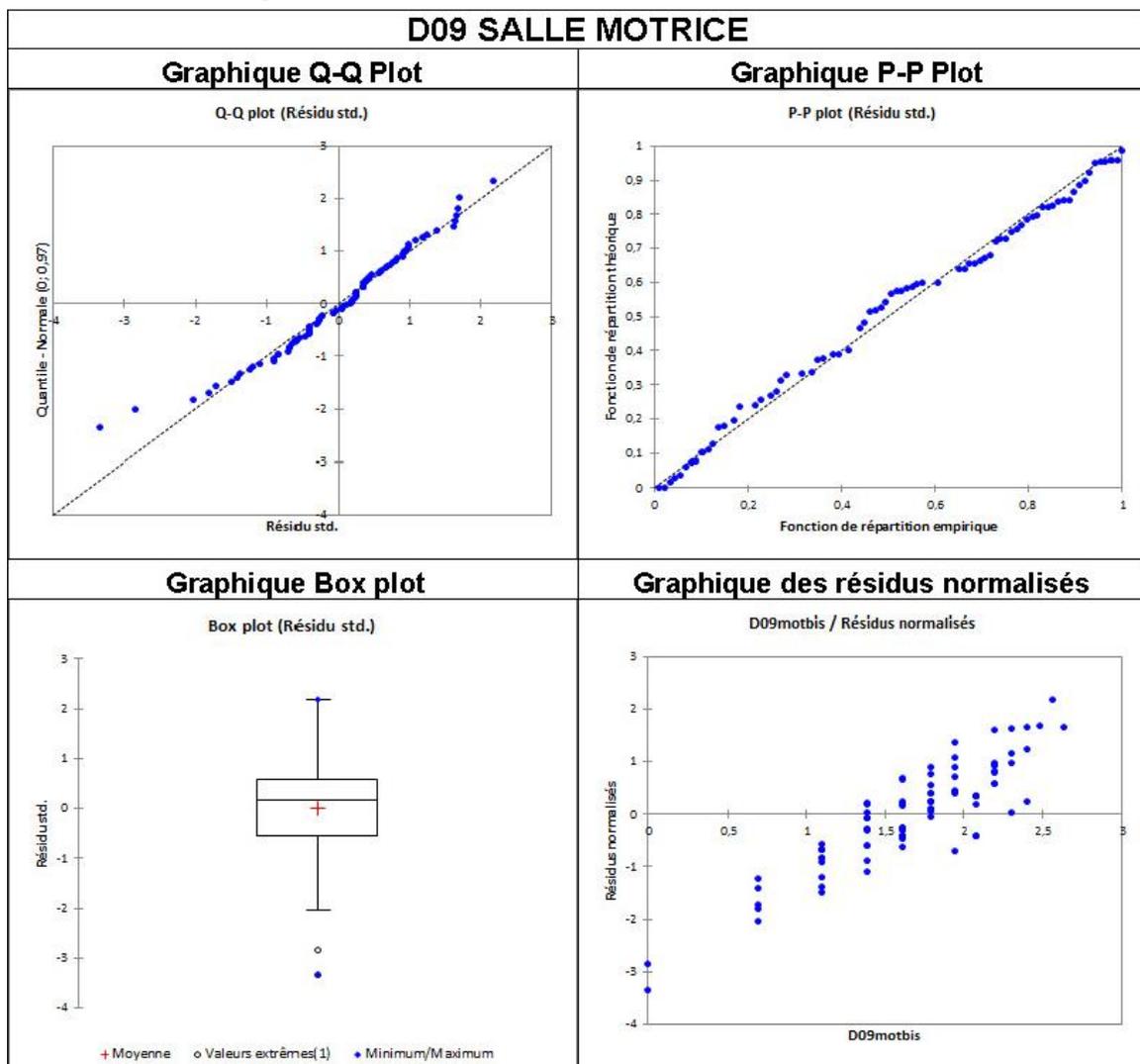
(4,5%) ce qui est en dessous du seuil de 5%. Nous concluons qu'il est raisonnable de considérer que les résidus sont normalement distribués.

Tableau 44 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D09 – Salle motrice

Analyse Type III Sum of Squares :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bruit fond écart type	1	1,523	1,523	6,618	0,012
Surface vitrée	0	0,000			
Compacité	1	1,094	1,094	4,754	0,032
Obscurité maximum porte	1	0,698	0,698	3,035	0,085
Médicamentation	3	0,684	0,228	0,991	0,401

Figure 80 : La normalité des résidus D09 – salle motrice



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

V.4.4.3 D08 Réactivité sensori-motrice, stéréotypies et autostimulations

Huit variables architecturales ont été identifiées durant l'analyse canonique de corrélation. Nous avons également introduit une variable contrôlée : le *niveau verbal*. Comme pour le domaine précédent nous avons constitué des sous modèles pour éviter le sur paramétrage de ce dernier (ont donc été retenus des sous modèles dimensions, couleurs, nombre d'accès et éclairage artificiel) Aucune variable ne semble contribuer de manière significative aux troubles liés à la *réactivité sensori-motrice, aux stéréotypies et à l'autostimulation* si l'on regarde les différents résultats des sous modèles. Par conséquent nous n'avons pas continué l'analyse plus loin et nous nous baserons sur les résultats de l'analyse canonique.

V.4.5 La salle d'activités manuelles

V.4.5.1 D03 Contact visuel

Durant l'analyse canonique nous avons identifié dix-huit variables architecturales dans les salles d'activités manuelles qui seraient le plus liées au domaine clinique *contact visuel*. Pour cette salle, nous avons seulement 113 observations puisque sur les 148 résidents évalués 35 ne fréquentent jamais cet espace, et nous ne pouvons donc pas inclure plus de onze variables explicatives dans le modèle si l'on souhaite éviter le sur paramétrage de ce dernier. L'analyse par sous-modèle nous conduit finalement à conserver huit variables qui semblent le plus contribuer au domaine clinique *contact visuel* et qui seront donc intégrées dans le modèle final.

Modèle de régression linéaire (D03 Salle d'activités manuelles) = *la hauteur maximum, le nombre de zones de cachettes, la perméabilité physique, la perméabilité visuelle intérieure, le nombre de vitrages intérieurs, la surface de vitrage intérieur, la quantité de teintes et le temps de réverbération moyen.*

13,9% de la variabilité est expliqué par les huit variables architecturales avec un risque de se tromper de moins de 0,1% en concluant que les variables explicatives apportent une quantité significative d'informations au modèle (annexe 7).

La procédure de sélection descendante des variables à inclure dans le meilleur modèle indique qu'il faudrait retenir six variables explicatives (Tableau 45). Ces six variables sont dans leur ordre de contribution : *la perméabilité visuelle intérieure, la perméabilité physique, la surface de vitrage intérieure, le nombre de vitrages intérieurs, la quantité de teintes* et enfin *le temps de réverbération moyen*, ces deux dernières n'étant pas significatives.

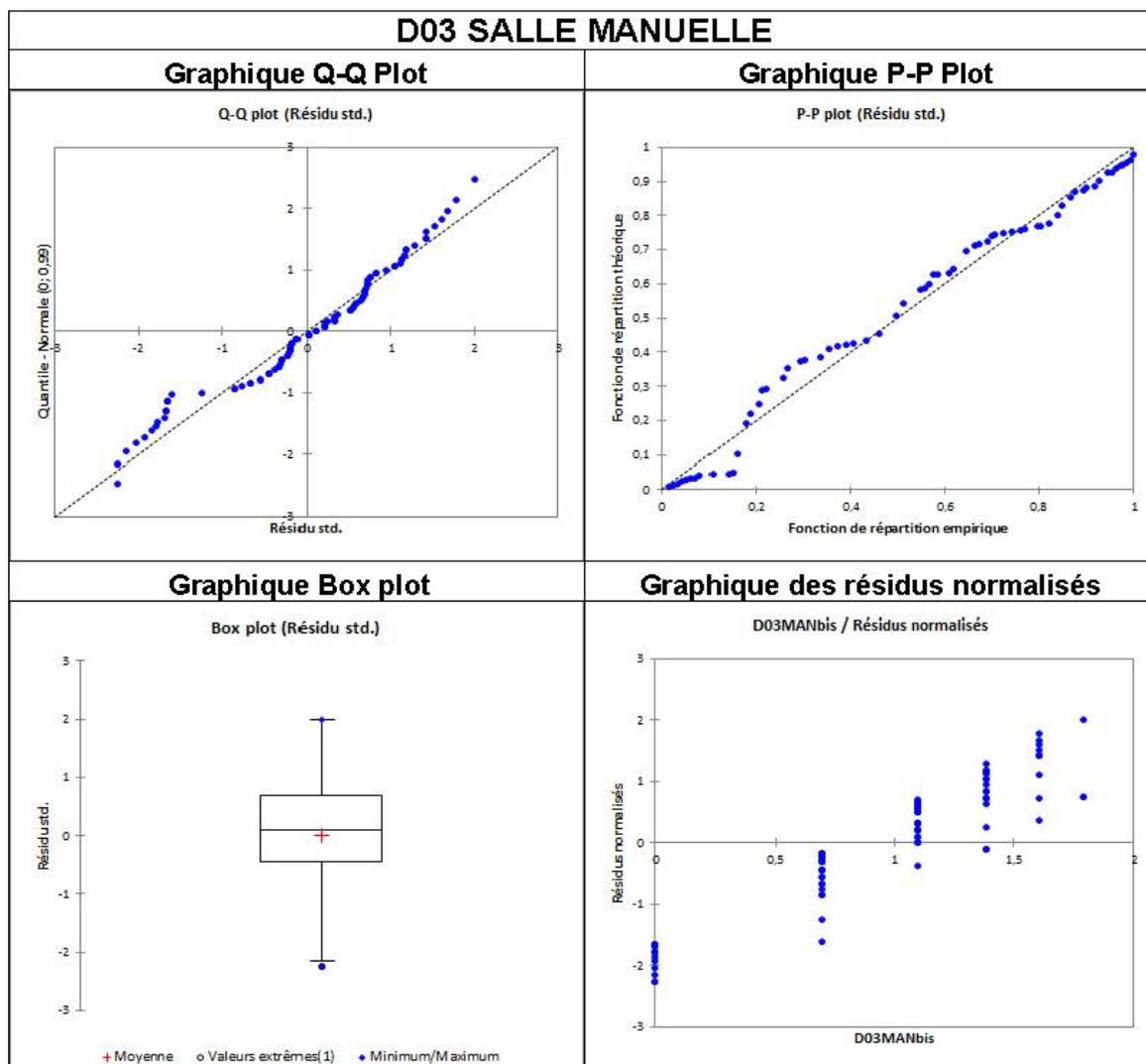
Les différents tests de normalité des résidus indiquent une distribution faiblement normale (Figure 81).

Tableau 45 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D03 – Salle manuelle

Analyse Type III Sum of Squares :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Hauteur maximum	0	0,000			
Nombre zones cachettes	0	0,000			
Perméabilité physique	1	1,521	1,521	7,236	0,008
Perméabilité visuelle intérieure	1	1,884	1,884	8,960	0,003
Nombre de vitrages intérieurs	1	1,201	1,201	5,715	0,019
Surface vitrage intérieur	1	1,331	1,331	6,329	0,013
Quantité de teintes	1	0,466	0,466	2,218	0,139
Temps réverbération moyen	1	0,421	0,421	2,005	0,160

Figure 81 : La normalité des résidus D03 – salle manuelle



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

V.4.5.2 D05 Auto-agressivité

L'analyse des corrélations canoniques avait permis d'identifier 18 variables architecturales dans les salles d'activités manuelles qui semblaient être liées à *l'auto-agressivité*. Aucune variable contrôlée n'est nécessaire ici.

Dans les sous modèles « dimensions » et « matériaux », aucune variable parmi celles introduites dans les modèles ne semblent contribuer de manière significative à *l'auto-agressivité*. Les variables qui restent significatives et contribuent le plus à *l'auto-agressivité* dans le sous modèle « perméabilité » sont *le pourcentage de surface toujours visible dans la pièce, le nombre d'accès sur l'extérieur, la perméabilité physique et la surface de vitrage intérieur*. Parmi les variables relatives à la colorimétrie de la pièce seulement la *l'obscurité maximum de la porte* demeure significative et semble contribuer au modèle et parmi celles relatives à l'acoustique c'est uniquement la variable relative aux *variations de bruit de fond* qui semble contribuer à *l'auto-agressivité*. De l'analyse par sous-modèles « dimensions », « matériaux », « matériaux », « perméabilité », « acoustique » et « colorimétrie », nous extrayons le modèle suivant :

Modèle de régression (D05 Salle d'activités manuelles) = régression (*variations de bruit de fond ; obscurité maximum des portes ; pourcentage de surface toujours visible dans la pièce ; le nombre d'accès sur l'extérieur; la perméabilité physique et la surface de vitrage intérieur*).

Ce modèle indique que 13,4% de la variabilité de *l'auto-agressivité* dans les salles d'activités manuelles pourrait être expliquée par les variables architecturales incluses. Le meilleur modèle retient trois variables avec moins de 0,03% de risques de se tromper en concluant qu'elles apportent une quantité significative d'informations au modèle.

Lorsque l'on regarde les détails du modèle (Tableau 46) et la contribution de chacune de ces trois variables il est possible de voir que ce sont les *variations de bruit de fond* et la *surface de vitrage intérieur* qui semblent contribuer le plus significativement au modèle.

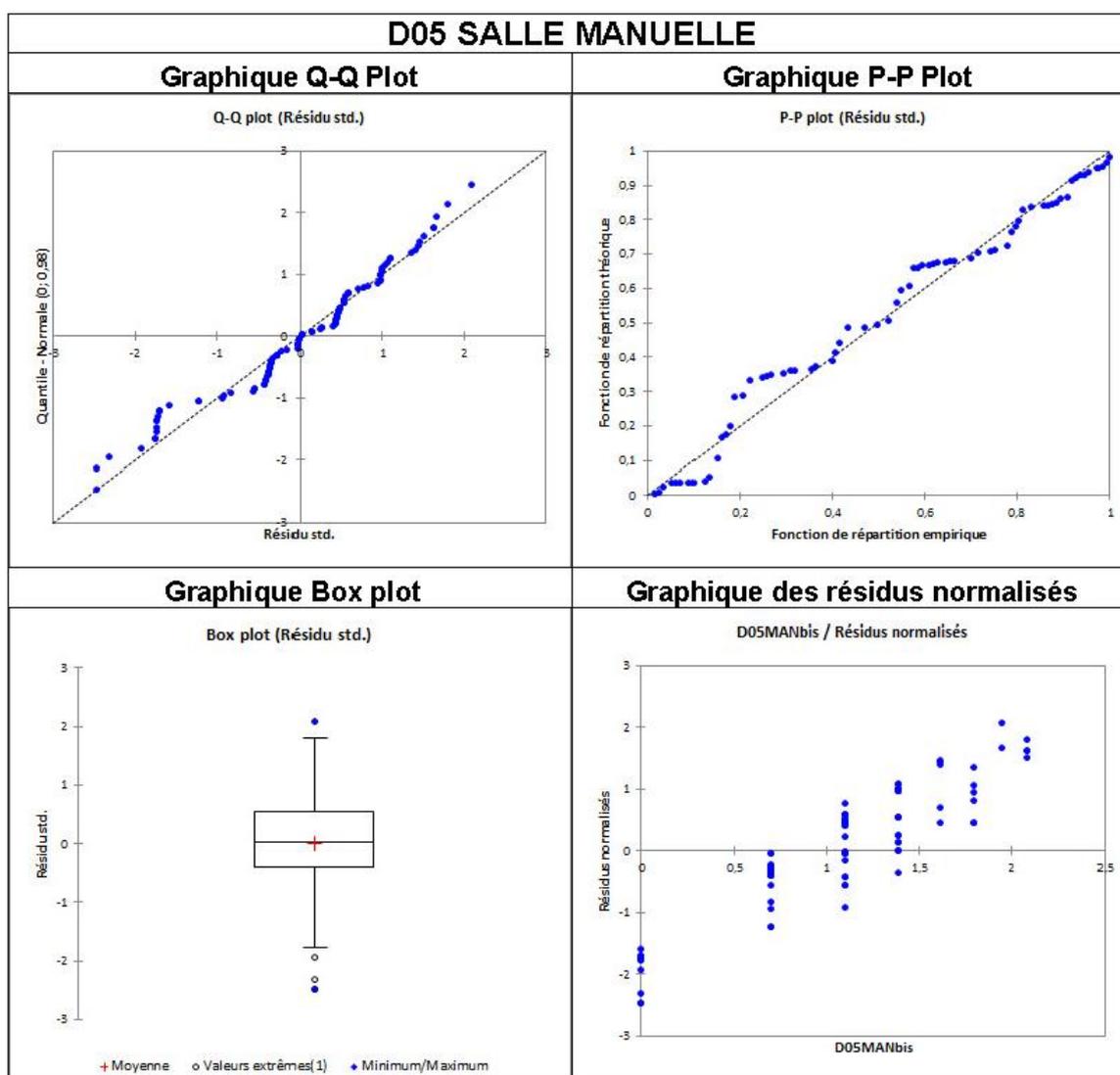
Le test de Jarque-Bera est le seul des tests de normalité des résidus qui semble indiquer que l'on pourrait conserver l'hypothèse selon laquelle les résidus seraient normalement distribués (Shapiro Wilks $p = 0,002$ Anderson-Darling $p = 0,0003$, test de Lilliefors $p < 0,0001$ test de Jarque-Bera $= 0,0933$). L'analyse des QQ Plot et PP Plot montre que les résidus sont moyennement proches de la ligne, on ne peut donc pas retenir avec certitude l'hypothèse de normalité de ces derniers (Figure 82). Sur le graphique des résidus normalisés et à partir de l'analyse des résidus centrés réduits on détecte 4 outliers situés hors intervalle $[-1,96 ; 1,96]$ sur 113 observations (soit 2,54%) ce qui ne viendrait pas cette fois invalider l'hypothèse de normalité des résidus. Ici encore, la normalité de la distribution des résidus est moyenne.

Tableau 46 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D05 – Salle manuelle

Analyse Type III Sum of Squares :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Bruit de fond écart type	1	2,301	2,301	8,979	0,003
Obscurité maximum des portes	0	0,000			
Pourcentage surface toujours visible	0	0,000			
Nombre d'accès sur l'extérieur	0	0,000			
Perméabilité physique	1	0,554	0,554	2,162	0,144
Surface de vitrage intérieur	1	0,948	0,948	3,698	0,057

Figure 82 : La normalité des résidus D05 – salle manuelle



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

V.4.5.3 D08 Réactivité sensori-motrice, stéréotypies et autostimulations

Concernant le domaine clinique de la *réactivité sensori-motrice, des stéréotypies et de l'autostimulation*, dix-huit variables explicatives ressortent de l'analyse canonique. Les résultats des sous modèles nous ont conduits à retenir les variables qui contribuaient le plus à chacun d'entre eux et qui par conséquent étaient significatives pour expliquer ce domaine de l'EPOCAA. Ainsi, nous avons retenu le *volume* de la pièce (modèle dimensions), le *nombre de zones de cachettes* et la *perméabilité visuelle intérieure* (pour le modèle perméabilité), la *quantité de teintes* et *l'obscurité maximum des portes* (pour le modèle colorimétrie), la *quantité de matériaux pour les murs* (modèle matériaux) et le *temps de réverbération moyen* (pour l'acoustique).

Modèle de covariance (D08 Salle d'activités manuelles) = régression (*volume* de la pièce, *nombre de zones de cachettes*, *perméabilité visuelle intérieure*, *quantité de teintes*, *obscurité maximum des portes*, *quantité de matériaux*, *temps de réverbération moyen*) + analyse de variance (*Niveau verbal*).

D'après ce modèle, 22% de la variabilité de la *réactivité sensori-motrice, des stéréotypies et de l'autostimulation* est expliquée par les variables architecturales et par la variable clinique contrôlée. Le test du F de Fischer indique une probabilité inférieure à 0,01%, de se tromper en concluant que ces variables explicatives apportent une quantité significative d'informations pour expliquer en partie les troubles de ce domaine clinique (annexe 7).

Seulement quatre variables (dont la variable clinique contrôlée et trois variables architecturales : *le volume*, *la quantité de matériaux sur les murs* et *l'obscurité maximum des portes*) ont été intégrées au modèle lors de la procédure descendante (Tableau 47). Si l'on regarde la contribution de ces quatre variables individuellement au modèle, il est possible de voir que ce sont les trois variables architecturales qui restent significatives et qui contribueraient donc le plus à expliquer la *réactivité sensori-motrice, des stéréotypies et de l'autostimulation*.

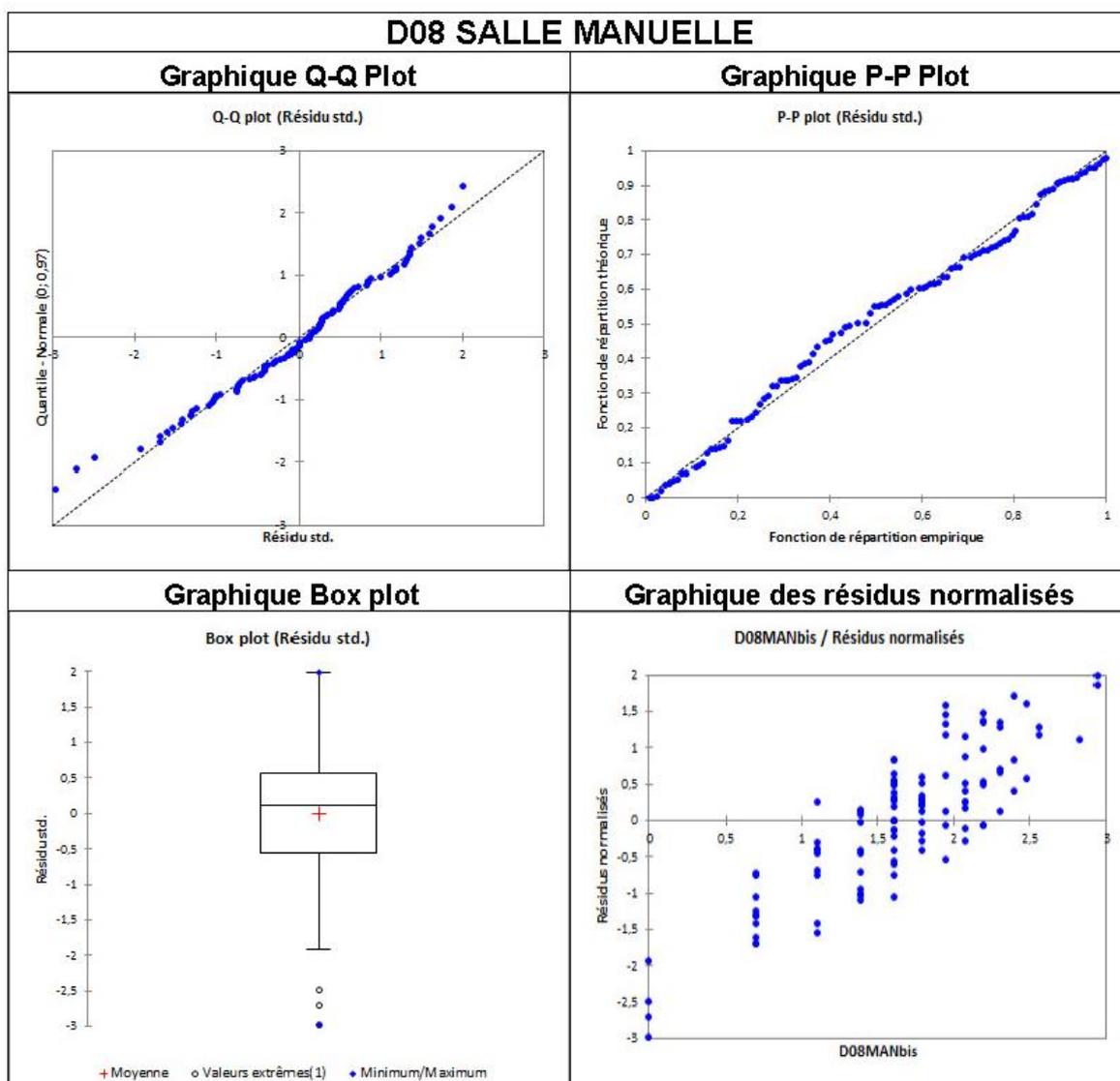
L'ensemble des tests de normalité et de distribution des résidus convergent vers l'hypothèse selon laquelle ces résidus seraient normalement distribués. Les p-value des tests numériques sont toutes supérieures au seuil alpha et l'analyse graphique confirme l'hypothèse (Figure 83).

Tableau 47 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D08 – Salle manuelle

Analyse Type III Sum of Squares :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Temps de réverbération moyen	0	0,000			
Quantité matériaux mur	1	1,101	1,101	3,763	0,055
Obscurité maximum des portes	1	2,724	2,724	9,306	0,003
Quantité de teintes	0	0,000			
Perméabilité visuelle intérieure	0	0,000			
Nombre de zones cachettes	0	0,000			
Volume	1	2,363	2,363	8,073	0,005
Niveau verbal	3	1,596	0,532	1,818	0,148

Figure 83 : La normalité des résidus D08 – salle manuelle



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

V.4.5.4 D09 Réactivité au changement et à la frustration

L'étude des corrélations a fait ressortir, 11 variables qui semblent influencer *la réactivité au changement et à la frustration* dans les salles d'activités manuelles, et l'analyse par sous-modèles permet de retenir les sept variables les plus pertinentes à considérer pour éviter le sur-paramétrage.

Modèle de covariance (D09 Salle d'activités manuelles) = régression (*perméabilité visuelle intérieure, la perméabilité physique, la perméabilité visuelle extérieure, luminosité de l'éclairage artificiel, temps réverbération moyen, obscurité maximum des portes*) + analyse de variance (*Médicamentation*).

Parmi les différents modèles testés, le meilleur comprend quatre variables. 19,2 % de la variabilité de *la réactivité au changement et à la frustration* est alors expliquée par les 4 variables suivantes : *la perméabilité visuelle intérieure, la perméabilité physique, la perméabilité visuelle extérieure et le temps de réverbération moyen*.

Le risque de se tromper en concluant que les variables explicatives apportent une quantité significative d'informations au modèle est de moins de 0,01%. Le Tableau 48 permet de voir que les quatre variables retenues par la procédure descendante contribuent toutes significativement au modèle. Les variables architecturales qui contribuent le plus sont dans l'ordre :

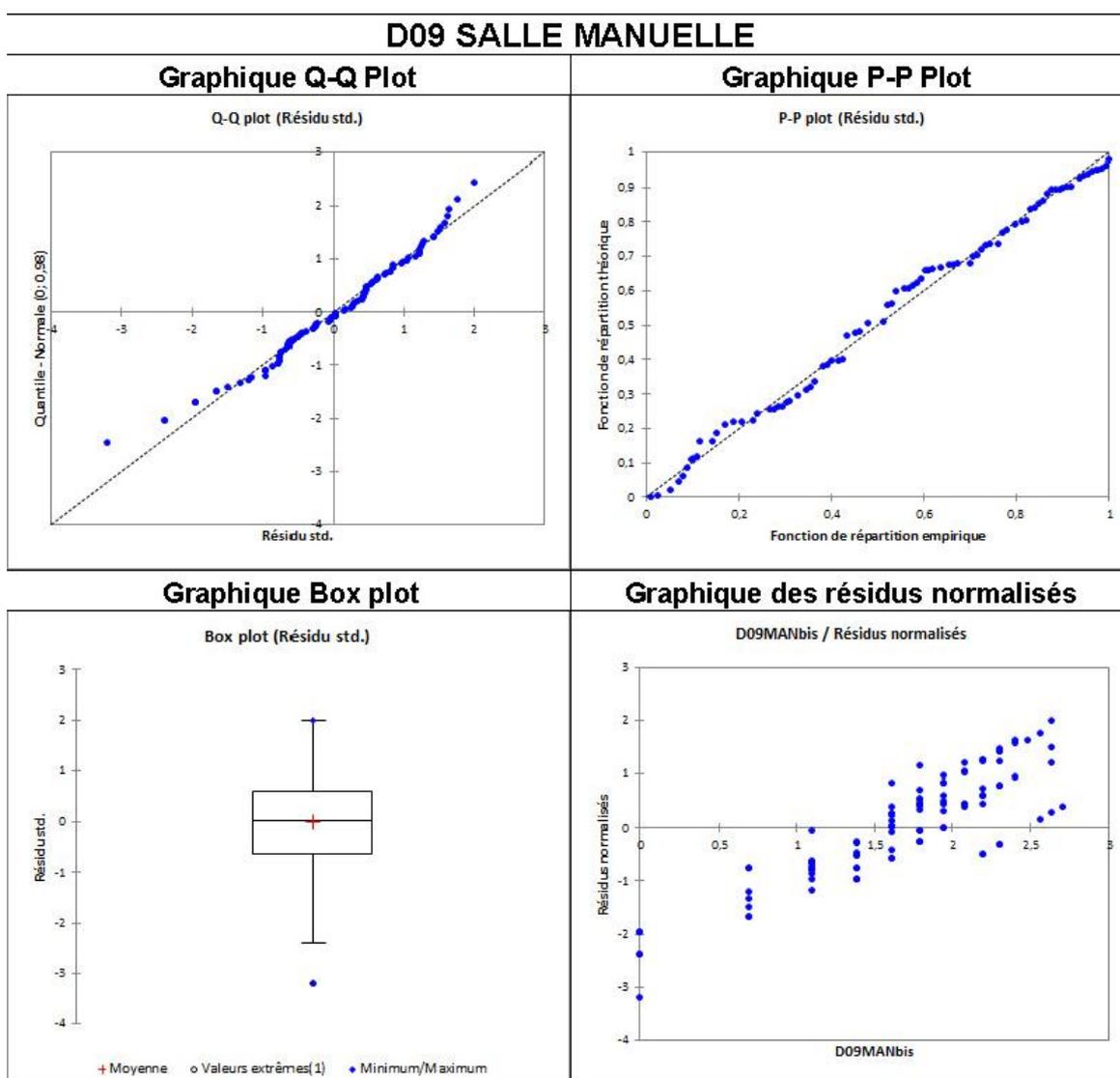
- *La perméabilité visuelle intérieure*
- *Le temps de réverbération moyen*
- *La perméabilité visuelle extérieure*
- *La perméabilité physique*

Les quatre tests de normalité, combinés aux analyses graphiques et numériques ne permettent pas de rejeter l'hypothèse selon laquelle les résidus seraient normalement distribués. On peut donc avoir confiance d'être bien dans le domaine d'application de la méthode.

Tableau 48 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D09 – Salle manuelle

Analyse Type III Sum of Squares :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Perméabilité physique	1	1,478	1,478	4,454	0,037
Perméabilité visuelle intérieure	1	5,571	5,571	16,784	< 0,0001
Perméabilité visuelle extérieure	1	1,948	1,948	5,868	0,017
Luminosité éclairage artificiel	0	0,000			
Obscurité maximum porte	0	0,000			
Temps de réverbération moyen	1	2,869	2,869	8,644	0,004
Médicamentation	0	0,000			



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

V.4.6 La circulation

V.4.6.1 D09 Réactivité au changement et à la frustration

Nous avons identifié durant l'analyse des corrélations canoniques les huit variables architecturales qui semblaient le plus influencer *la réactivité au changement et à la frustration* dans les circulations. Ce sont donc ces huit variables qui seront intégrées au modèle de covariance avec la variable clinique relative à la *médicamentation* des résidents (puisque cette dernière semble avoir également une influence sur *la réactivité au changement et à la frustration*). L'encadré ci-dessous donne un aperçu de la forme du modèle et des variables qu'il contient

Modèle de covariance (D09 Circulation) = régression (*surface totale de circulation, surface de vitrage zénithale, obscurité maximum des murs, quantité de couleurs sur les murs, saturation minimum des sols, quantité de couleurs au sol, quantité de matériaux sur les murs, quantité de matériaux au sol*) + analyse de variance (Variable contrôlée : *Médicamentation*).

Les résultats du modèle indiquent que 16,5 % de la variabilité de *la réactivité au changement et à la frustration* dans les circulations serait expliquée par les variables architecturales et la variable clinique incluse dans le modèle, toujours avec un risque de se tromper de moins de 0,01% en concluant que les variables explicatives apportent une quantité significative d'informations à *la réactivité au changement et à la frustration*.

Si l'on regarde la contribution de chaque variable individuellement au modèle, il ressort que trois variables restent significatives et expliqueraient cette variable clinique (Tableau 49). Ces trois variables sont des variables architecturales, avec dans l'ordre des contributions croissantes : *la quantité de matériaux sur les murs* et *la saturation minimum des sols*.

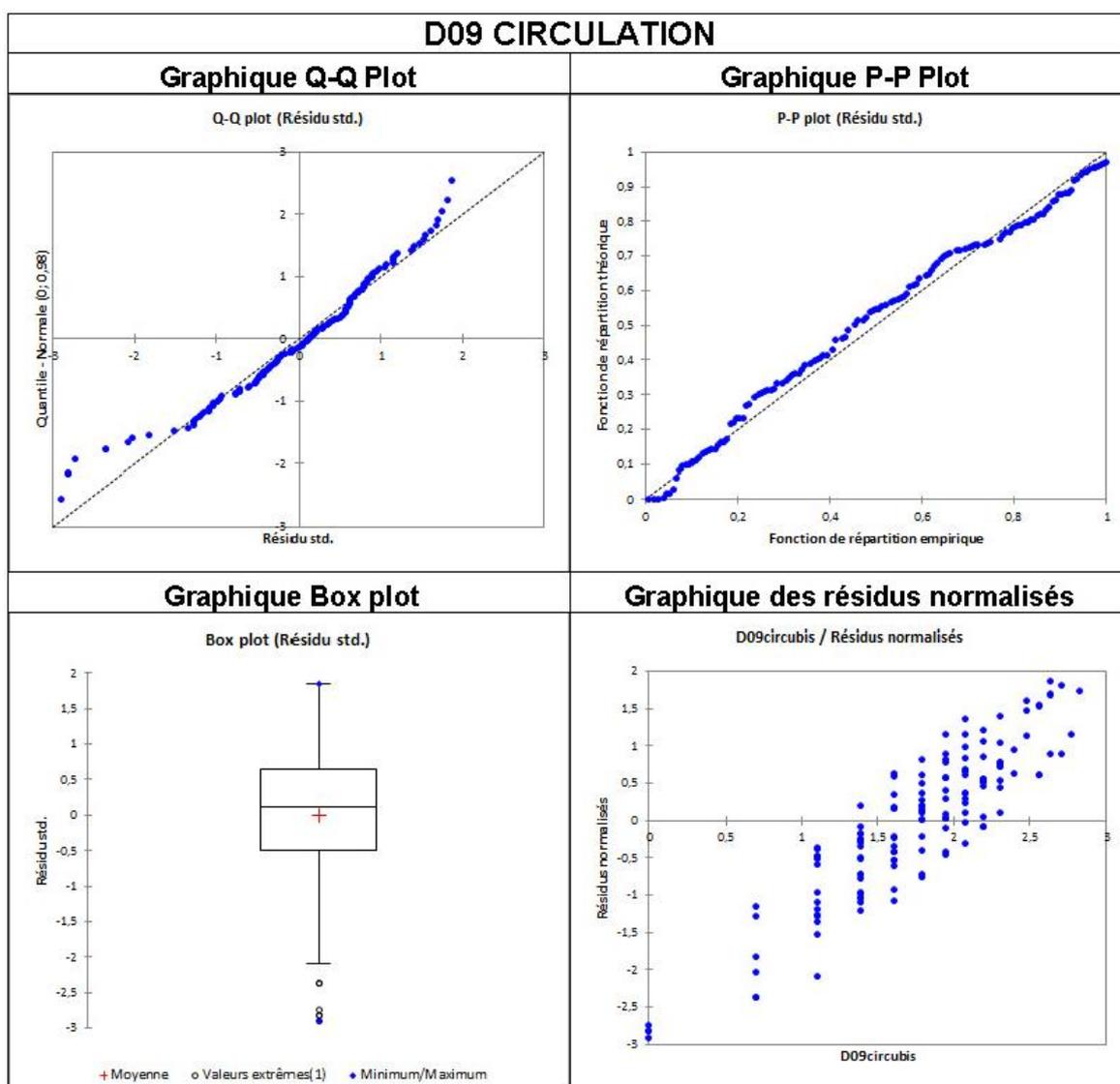
Le test de Lilliefors est le seul des tests de normalité des résidus qui semble indiquer que l'on pourrait conserver l'hypothèse selon laquelle les résidus seraient normalement distribués (Shapiro Wilks $p = 0,0004$ Anderson-Darling $p = 0,003$, test de Lilliefors $p = 0,060$ test de Jarque-Bera $= 0,001$). Par ailleurs il est possible de voir que les résidus sont plutôt alignés sur la ligne dans les graphiques QQ Plot et PP Plot et que le box plot non plus ne semble pas invalider l'hypothèse de normalité (Figure 84). On peut noter sur le graphique des résidus normalisés, et dans les valeurs des résidus centrés réduits 8 valeurs suspectes situées en dehors de l'intervalle $[-1,96 ; 1,96]$, ce qui correspond à 5,4% et est donc supérieur au seuil critique fixé à 5%. Il semble donc plus prudent dans les circulations de se baser prioritairement sur les résultats de l'analyse canonique de corrélation.

Tableau 49 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D09 – Circulation

Analyse Type III Sum of Squares :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Surface totale circulation	0	0,000			
Surface vitrage zénithal	1	1,037	1,037	3,791	0,054
Obscurité maximum mur	0	0,000			
Quantité couleurs mur	0	0,000			
Saturation minimum sol	1	2,756	2,756	10,077	0,002
Quantité couleurs sol	0	0,000			
Mur quantité de matériaux	1	4,328	4,328	15,825	0,0001
Sol quantité de matériaux	0	0,000			
Médicamentations	3	1,684	0,561	2,052	0,109

Figure 84 : La normalité des résidus D09 – circulations



Source : illustration personnelle obtenue par le logiciel Xlstat.

V.4.7 Tableau récapitulatif des résultats des modèles d'ANCOVA et régression sur les variables quantitatives

Le Tableau 50, ci-dessous présente les principaux résultats issus de la construction des modèles. Les deux premières colonnes indiquent les variables cliniques « à expliquer » retenues par pièce à partir des résultats de l'analyse des corrélations canoniques. La troisième colonne montre si la variable clinique « à expliquer » vérifie les conditions de normalité nécessaire pour la construction des modèles de covariance et de régression. Les deux dernières colonnes quant à elles présentent les variables architecturales qui sont restées significatives (dans leur ordre d'importance) et les résultats des différents tests et analyses réalisés pour vérifier si résidus des modèles sont normalement distribués. Nous pouvons retenir que les conditions de normalité des résidus sont remplies pour les modèles suivants : D09 salon, D08 salle à manger, D09 salle motrice, D08 salle manuelle et D09 salle manuelle. Pour les autres modèles il faut observer les résultats avec une certaine vigilance.

Tableau 50 : Les résultats de l'ANCOVA et de la régression linéaire

Variables cliniques sélectionnés dans l'ACC		Variables « à expliquer » et normalité	Résultats des modèles	Résidus et normalité
SALON	D09	OK	Surface, Volume, Nombre d'orientations, Hauteur maximum	Test de normalité = Shapiro Wilk : OK, Anderson-Darling : OK, Lilliefors : OK, Jarque-Bera : non QQ Plot et PP Plot = assez proche de la ligne Résidus et box plot : OK
	D13	Non normale	-	-
SALLE A MANGER	D01	Non normale	-	-
	D02	OK	Niveau verbal, Saturation sol	Normalité non vérifiée
	D06	Non normale	-	-
	D08	OK	Quantité de teintes, Quantité d'éclairages / Volume, Saturation du sol, Clarté maximum mur, Nombre d'orientations, Niveau verbal	Test de normalité = Shapiro Wilk : non, Anderson-Darling : OK, Lilliefors : OK, Jarque-Bera : non QQ Plot et PP Plot = assez proche de la ligne Résidus et box plot : OK
SALLE MOTRICE	D01	Non normale	-	-
	D02	OK	Pourcentage d'ouverture, Surface vitrée, Perméabilité visuelle extérieure, Niveau verbal	Test de normalité = Shapiro Wilk : non, Anderson-Darling : non, Lilliefors : OK, Jarque-Bera : non QQ Plot et PP Plot = assez proche de la ligne, Résidus et box plot : 5,6% au lieu de 5%
	D08	OK	Aucune variable ne reste significative	-
	D09	OK	BF ET, Compacité	Test de normalité = Shapiro Wilk : OK, Anderson-Darling : OK, Lilliefors : OK, Jarque-Bera : non QQ Plot et PP Plot = très proche de la ligne, Résidus et box plot : OK
SALLE MANUELLE	D01	Non normale	-	-
	D03	OK	Perméabilité visuelle intérieure, Perméabilité physique, La surface de vitrage intérieur, Nombre de vitrages intérieurs	Test de normalité = Shapiro Wilk : non, Anderson-Darling : non, Lilliefors : non, Jarque-Bera : OK QQ Plot et PP Plot = moyennement proche de la ligne, Résidus et box plot : Ok
	D05	OK	BF ET, Surface de vitrage intérieur	Test de normalité = Shapiro Wilk : non, Anderson-Darling : non, Lilliefors : non, Jarque-Bera : OK QQ Plot et PP Plot = moyennement proche de la ligne, Résidus et box plot : OK
	D08	OK	Clarté maximum porte, Volume, Quantité de matériaux mur	Test de normalité = Shapiro Wilk : Ok, Anderson-Darling : OK, Lilliefors : OK, Jarque-Bera : Ok QQ Plot et PP Plot = très proche de la ligne, Résidus et box plot : OK
	D09	OK	Perméabilité visuelle intérieure, Perméabilité visuelle extérieure, Perméabilité physique, Temps réverbération moyen	Test de normalité = Shapiro Wilk : OK, Anderson-Darling : Ok, Lilliefors : OK, Jarque-Bera : OK, QQ Plot et PP Plot = très proche de la ligne, Résidus et box plot : OK
	D13	Non normale	-	-
CIRCULATION	D09	OK	Quantité de matériaux mur, Saturation minimum sol, Surface de vitrage zénithal	Test de normalité = Shapiro Wilk : non, Anderson-Darling : non, Lilliefors : oui, Jarque-Bera : non QQ Plot et PP Plot = assez proche de la ligne, Résidus et box plot : non

V.5 Résultats et perspectives

V.5.1 Des premières pistes de recommandations sur la base des résultats de la phase exploratoire

Nous présenterons ici une exploitation des résultats statistiques obtenus dans les paragraphes précédents. Les résultats sont comparés entre eux et regardés à la lumière des éléments identifiés durant les statistiques descriptives. Cette analyse a pour objectif de faire émerger des premières pistes de recommandations pouvant être mobilisées lors de la conception. Il s'agit donc ici de faire une synthèse à vocation opérationnelle des observations systématiques des chapitres précédents. Ainsi, après avoir fait ressortir certaines spécificités associées aux différentes pièces nous présenterons les premières recommandations par famille de paramètres de conception architecturale.

Ces résultats confirment l'existence d'un lien entre les troubles des personnes atteintes de TSA et leur environnement bâti mais ces résultats ne sont pas identiques d'une pièce à l'autre :

- Selon les résultats de l'analyse canonique, les salons devraient être plutôt « clos » avec des dimensions réduites (surface faible, volume réduit, hauteur basse), peu d'orientations et faiblement vitrés.
- Les salles à manger devraient être faiblement lumineuses naturellement et artificiellement et présenter une ambiance peu contrastée (utilisation de peu de couleurs différentes...).
- La configuration spatiale des salles d'activités manuelles devrait notamment favoriser des temps de réverbération faibles, présenter des volumes réduits et peu de zone de contact avec les autres pièces et avec l'extérieur (*vitrage intérieur, perméabilité visuelle intérieure et extérieure, perméabilité physique*).
- Pour les chambres selon nos résultats, il faudrait avoir peu de vitrage (en tout cas moins qu'actuellement), des teintes plutôt claires et faiblement saturées sur les murs et avec des matériaux homogènes dans la pièce.
- Les résultats de l'analyse canonique sont assez similaires pour les parcours et les circulations. Selon ces derniers, il serait préférable d'éviter « des ambiances trop contrastées » avec de nombreux matériaux et teintes différentes. Les murs foncés ressortent également comme des éléments problématiques alors que l'obscurité minimum et la saturation minimum des sols varient en sens inverse des troubles. Ce qui pourrait venir appuyer le fait que les ambiances contrastées seraient problématiques, en effet c'est peut-être la différence entre les murs et les sols qui pourrait favoriser l'apparition de troubles.

Il semble donc **qu'en fonction du contexte, des activités déroulées dans une pièce et de l'utilisation de cette dernière (individuelle/collective, activités encadrées/temps libres...)** l'impact de l'architecture ne soit pas le même sur les troubles autistiques. Ceci est un premier résultat par rapport au consensus dégagé des études précédentes, qui n'identifiaient

pas ces enjeux. Toutefois, lorsque que l'on détecte des corrélations dans certaines pièces et pas dans d'autres, cela provient peut être d'une faible variation des caractéristiques architecturales au sein des pièces où la corrélation n'a pas été observée ce qui impliquerait de nuancer ce constat. Lors de l'analyse descriptive nous avons vu que les pièces ne sont pas conçues de la même manière en fonction des activités qui s'y déroulent et certaines d'entre elles d'ailleurs présentent très peu de variation d'un établissement à l'autre. Il semble donc pertinent d'observer :

- Un lien plus important dans les salons et les salles à manger entre la quantité de vitrage (*nombre d'orientation, surface de vitrage*) et certains troubles de l'EPOCAA car ces deux pièces possèdent plus de vitrage et d'orientation que les salles d'activités.
- Un lien important entre la surface de la pièce, son volume et certains domaines de l'EPOCAA dans les salons qui présentent plus de variation que les autres pièces.
- Un lien entre les variables relatives à la perméabilité dans les salles d'activités manuelles qui sont les pièces qui présentent le plus de variation.

Malgré ces différences observées entre les différents types de lieux caractérisés, les résultats de l'analyse canonique de corrélation montrent que le sens de variation est fréquemment le même d'une pièce à l'autre en fonction des grandes familles de variable. Quelques rares cas de figure seulement indiquent une influence inverse entre les différentes pièces (voir tableau récapitulatif p.196). On peut se demander si ces différences ne proviennent pas d'une *combinaison* de la variable architecturale étudiée avec une ou plusieurs autres variables :

- Par exemple, *l'obscurité maximum des portes* a une influence inverse entre la salle d'activités manuelles et la salle d'activités motrices. Cela pourrait provenir du fait que ce n'est pas *l'obscurité de la porte* qui aggrave les troubles mais peut être sa différence avec *l'obscurité du mur*.
- La hauteur de la pièce est corrélée négativement aux troubles dans la salle d'activité motrice et positivement aux troubles dans les salons et les parcours. Cette variation entre pièces pourrait s'expliquer par des différences de hauteur moins importantes dans les salles motrices que dans les salons. Elle pourrait également provenir de la combinaison de la hauteur avec d'autres variables dont la surface (cette combinaison peut s'exprimer dans la compacité ou bien le volume de la pièce). Lorsque l'on regarde le modèle construit pour la salle d'activité motrice il est possible de voir que seule la compacité reste significative ce qui amène à émettre l'hypothèse suivante : la hauteur pourrait impacter les troubles mais dans une moindre mesure que la surface. Son influence est ainsi mieux mesurée à travers le concept de compacité, qui combine hauteur et surface.

$$\text{Compacité} = \frac{S}{V^{\frac{2}{3}}}$$

Le modèle construit pour le salon montre que le volume, la surface et la hauteur sont significatives mais c'est la hauteur qui contribue le moins au modèle ce qui pourrait venir corroborer cette hypothèse.

L'analyse des résultats nous a donc conduit à dégager des premières pistes de recommandations et des premières hypothèses de relations deux à deux entre les variables

cliniques et les paramètres du cadre bâti. Nous présenterons ces pistes ci-dessous par grandes thématiques architecturales (perméabilité, éclairage, acoustique...). Si des particularités émergent nous tâcheront de les faire ressortir.

La perméabilité avec les pièces en contact

Les variables relatives à la perméabilité avec les pièces en contact ou avec l'extérieur ressortent dans trois pièces : dans la salle d'activités manuelles (c'est d'ailleurs dans cette pièce que ces variables semblent le plus liées aux troubles cliniques des personnes autistes), dans la salle à manger et dans la salle d'activités motrices. Ces variables sont liées à plusieurs domaines de troubles (*recherche d'isolement, interactions sociales, contact visuel, auto et hétéro-agressivité, l'autonomie personnelle, activité et réactivité sensori-motrice, stéréotypies et autostimulations, réactivité au changement et à la frustration*). Les trois pièces dans lesquelles ces variables ressortent sont toutes des pièces au sein desquelles il est demandé une activité ou tâche précise aux résidents : activités manuelles, activités physiques/motrices et repas. **On peut émettre l'hypothèse que la perméabilité avec les pièces en contact jouerait un rôle plus important dans les pièces où les résidents doivent se concentrer.**

Lorsque le nombre d'accès (accès intérieurs et extérieurs) dans la pièce est important alors les troubles augmentent. Les accès pourraient représenter autant d'endroits à partir desquels une personne peut jaillir. Il faudrait donc **éviter les pièces avec de nombreux accès**. La même tendance existe avec les zones de contacts physiques (olfactif, visuel et sonore) avec les autres pièces et avec l'extérieur. La seule exception concerne les relations avec les troubles des *interactions sociales* qui varient en sens inverse du *nombre de vitrage intérieur* dans la salle à manger. Ainsi, il faudrait de préférence **concevoir des salles d'activités et des salles à manger non perméables avec les pièces adjacentes et avec l'extérieur**. Il faudrait **éviter de créer des zones de contacts visuels, olfactifs et sonores**. **Les pièces ne devraient pas être ouvertes les unes sur les autres et devraient être clairement définies et délimitées.**

La perméabilité interne de la pièce

Les variables relatives à la perméabilité interne de la pièce (*nombre de zones de cachette, pourcentage de la pièce toujours visible, nombre d'angles rentrants et sortant*) ressortent dans les salles d'activités encadrées (et particulièrement dans les salles d'activités manuelles). On peut émettre l'hypothèse que le fait **de ne pas pouvoir surveiller son environnement pourrait se traduire par une plus grande recherche d'isolement, par des troubles liés au contact visuel, par des conduites auto-agressives et par des troubles liés à la réactivité sensori-motrice, aux stéréotypies et à l'autostimulation notamment dans les pièces où les résidents doivent se concentrer**. Plus le *nombre d'angles* dans la pièce est important (autrement dit plus la pièce présente une forme « complexe ») et plus ces troubles dans les salles d'activités augmentent. Plus le *pourcentage de pièce qui reste toujours visible* est élevé (autrement dit plus la pièce est perméable) et moins les résidents présentent de troubles. Ceci est confirmé par le *nombre de zones de cachette* qui, lorsqu'il est élevé, a un effet négatif. Il faudrait donc pour réduire les difficultés dans les domaines de la *recherche d'isolement, du contact visuel, des conduites auto-agressives, et de la réactivité sensori-motrice, aux stéréotypies et à l'autostimulation* **concevoir des pièces avec**

peu de recoins, de zones de cachette, à partir desquelles les personnes peuvent facilement observer la totalité de cette pièce (par exemple des formes rectangulaires, carrées). Il semble par contre y avoir moins de problèmes liés à *l'autonomie personnelle* dans les pièces imperméables dans lesquelles il y a plus de zones de cachette.

La lumière naturelle

Dans plusieurs pièces, nos résultats mettent en avant un lien entre les variables relatives à l'éclairage naturel (*la quantité de vitrages, le pourcentage de vitrage, la surface vitrée, le nombre d'orientations*) et l'augmentation de certains troubles, en particulier la *réactivité aux changements et à la frustration*²⁷³, et le domaine des *interactions sociales*. Les troubles augmentent avec la *quantité de vitrage* et le *nombre d'orientations*²⁷⁴ différentes dans les pièces. Par conséquent, il faudrait de préférence concevoir des pièces avec **peu de vitrage et mono-orientées**. Si l'on regarde les résultats des modèles de covariance, on constate que ces variables ressortent parmi les plus importantes dans plusieurs pièces. Ces résultats sont cohérents avec certaines observations que nous avons pu faire lors de nos relevés in situ : dans des pièces entièrement vitrées, des planches en bois avaient été installées pour occulter la lumière et / ou les vues.

L'éclairage artificiel

Pour l'éclairage artificiel ; il semble difficile de faire des recommandations car il apparaît au regard de nos résultats qu'une pièce lumineuse (*luminosité de l'éclairage artificiel-évaluation experte et quantité d'éclairage par m³*) favoriserait les troubles liés à la *recherche d'isolement (D01)*, à *l'auto et à l'hétéro-agressivité (D05 et D06)* et à la *réactivité sensori-motrice, aux stéréotypies et à l'autostimulation (D08)*. A l'inverse, les pièces peu lumineuses se traduiraient par plus de *réactivité au changement et à la frustration (D09)*, plus de difficultés dans le domaine de *l'autonomie personnelle (D13)* et de troubles des *interactions sociales (D02)*.

Colorimétrie

Une quantité de teintes ou des changements de couleurs importants (sur les sols et sur les murs) dans une même pièce semble être un facteur aggravant de plusieurs catégories de troubles²⁷⁵ (*D01, D06, D08, D03, D05, D09, D13*) et ce dans plusieurs pièces (salle à manger, salles d'activités manuelles, circulations, parcours). Il est possible de voir également que des murs et des portes foncés et saturés seraient des facteurs de troubles (hormis pour les *interactions sociales* dans les salles à manger et pour la *réactivité au changement et à la frustration* dans les salles d'activités motrices pour les portes). *L'obscurité minimum des sols* et la *saturation minimum des sols* quant à elles varient toujours en sens inverse des troubles. Ce constat pourrait conduire à penser qu'il s'agit plus de la différence entre *l'obscurité et/ou*

²⁷³ C'est le cas dans les salons, les chambres, les salles d'activités manuelles, les salles d'activités motrices

²⁷⁴ Hormis pour les troubles des interactions sociales qui varient en sens inverse du nombre d'orientation dans les salles à manger.

²⁷⁵ Hormis pour les troubles des interactions sociales qui varient en sens inverse.

la saturation des sols et celles des murs qui pourraient être problématique (donc le contraste entre les deux). En ce qui concerne la *saturation des sols*, il semble difficile de conclure car elle varie tour à tour dans un sens puis dans l'autre. Il faudrait éviter les couleurs trop foncées et saturées (en particulier sur les murs et les portes) et les ambiances trop contrastées.

L'acoustique

Dans les salles d'activités manuelles, nous avons pu voir durant l'analyse des corrélations canoniques que plus le *temps de réverbération moyen* est élevé (c'est-à-dire plus le son met du temps pour décroître) et plus l'on note des troubles dans les domaines suivants : *la recherche d'isolement, le contact visuel, l'auto-agressivité, la réactivité sensori-motrice, les stéréotypies, les autostimulations et la réactivité au changement et à la frustration*. D'ailleurs les résultats du modèle de covariance dans la salle manuelle avec la *réactivité au changement et à la frustration* montrent que le *temps de réverbération moyen* est un des paramètres architecturaux les plus importants. Dans les salles d'activités il faudrait donc utiliser **des configurations spatiales et des matériaux favorisant des temps de réverbération courts**. Il semble important de rappeler que les salles manuelles du corpus étaient parmi les pièces dans lesquelles les *temps de réverbération moyens* présentaient le plus de variation, cela pourrait expliquer que ce paramètre du cadre bâti ne ressort que dans cette pièce. Les variations de « l'ambiance acoustique » dans une même pièce (hétérogénéité des niveaux de bruit ou des temps de réverbération d'un point à un autre d'une même pièce) pourraient augmenter les troubles dans plusieurs domaines²⁷⁶. Il faudrait donc **éviter de réaliser des pièces qui par leur configuration, leurs matériaux pourraient favoriser une « ambiance acoustique hétérogène » et des sources de bruits soudains dans les pièces**. Contrairement à ce que nous aurions pu envisager, le *bruit de fond moyen* dans les salles à manger varie en sens inverse de certains troubles.

Les matériaux

La *quantité de matériaux utilisés* et le *nombre de changements de matériaux* (sur les murs/sols) sont ressortis dans plusieurs pièces (salles d'activités motrices, salles d'activité manuelles, chambres) et dans les circulations et parcours comme des éléments négatifs. Cette catégorie de variables architecturales est particulièrement liée à la *réactivité au changement et à la frustration*. Il semblerait donc préférable d'utiliser **peu de revêtements de sols et de matériaux sur les murs différents**. Il faudrait utiliser des **matériaux homogènes avec peu de différences de textures, de dureté et de changements de température** (l'étude des relations des variables architecturales avait permis de voir que la texture, le type de matériaux la différence de température et la dureté sont généralement liés).

Les dimensions

Dans plusieurs pièces, les variables relatives aux dimensions (*surface, hauteur, volume, étalement, compacité*) ressortent parmi celles qui influencent certains troubles. On note que la

²⁷⁶ Hormis dans les salles d'activités manuelles dans lesquelles les *variations des bruits de fond* varient en sens inverse des troubles de *l'autonomie personnelle*.

surface et le *volume* varient généralement dans le même sens que les troubles (à l'exception des salles d'activités manuelles où ces variables varient en sens inverse de *l'autonomie personnelle*). **Les surfaces et les volumes importants s'accompagnent donc globalement de plus de troubles dans la pièce.** D'ailleurs ces deux variables, si l'on analyse les résultats des modèles d'ANCOVA, sont ressorties comme étant les deux plus influentes sur la *réactivité au changement et la frustration* dans les salons. Le volume quant à lui est ressorti également parmi les causes influençant le plus *la réactivité sensori-motrice, les stéréotypies et les autostimulations* dans les salles d'activités manuelles. Les retours du personnel soignant et éducatif rencontré pour cette recherche et nos observations in situ ont fait apparaître que certains espaces collectifs très vastes (par exemple des salles à manger ou des espaces de rencontre très grands et très hauts) ont dû être abandonnés car les résidents n'étaient pas en mesure de les utiliser. Ces observations semblent bien aller dans les sens de nos résultats statistiques.

La *hauteur maximum* apparaît également comme une variable importante dans plusieurs pièces. Toutefois, lorsque l'on regarde la *compacité* il semblerait que ce sont plus les valeurs importantes de *surfaces* qui seraient problématiques que les valeurs de *hauteur*. En effet dans les salles d'activités motrices, la *compacité* qui varie en sens inverse de la *hauteur* varie dans le même sens que les troubles. Ce qui signifie que quand la *compacité* augmente (c'est-à-dire quand la surface de la pièce est importante par rapport à sa hauteur²⁷⁷) il y a globalement plus de troubles dans les pièces. Ainsi même si la *hauteur* ressort dans plusieurs pièces et qu'il faudrait **éviter des hauteurs trop élevées il semblerait que des surfaces importantes seraient encore plus problématiques.**

L'*étalement* de la pièce, hormis pour l'autonomie personnelle semble varier dans le même sens que les troubles. Ce constat semble cohérent avec les résultats trouvés pour la perméabilité intrinsèque de la pièce.

Le nombre d'utilisateurs dans la pièce

Le *nombre d'utilisateurs* dans la pièce s'est avéré important uniquement dans les salons. Les troubles liés à *la réactivité au changement et à la frustration* et les difficultés dans le domaine de *l'autonomie personnelle* auraient tendance à augmenter parallèlement à l'augmentation du *nombre d'utilisateurs* simultanés dans la pièce. On peut émettre l'hypothèse que ce lien est ressorti uniquement dans les salons car il s'agit des seules pièces utilisées librement sans contrôle du nombre personnes présentes. Durant l'analyse descriptive, nous avons noté que les salons sont les pièces qui ont la quantité d'utilisateurs simultanés la plus élevée. Même si le contrôle du nombre d'utilisateurs dans une pièce ne relève pas à proprement parler de la compétence d'un architecte, certaines caractéristiques spatiales pourraient favoriser un nombre plus faible d'occupants. Par exemple, en proposant plusieurs lieux de détente différents et séparés mais de moindre taille ou en concevant de petites unités d'hébergement afin d'avoir peu de résidents fréquentant un même salon.

²⁷⁷ Le lecteur peut se référer au paragraphe p. 77 pour une explication de la compacité.

Cette entrée par les critères architecturaux se base essentiellement sur les résultats de l'analyse canonique des corrélations. Les résultats des modèles de covariance et de régression eux aussi ont montré que plusieurs variables architecturales restent significatives une fois les variables cliniques contrôlées appliquées. De plus, ces modèles ont permis de détecter les variables architecturales les plus importantes. Les résultats de ces modèles proposent des combinaisons entre caractéristiques architecturales qui peuvent faire émerger des phénomènes qui ne sont pas identifiables en regardant seulement les relations deux à deux proposées par l'analyse canonique. Nous présenterons ci-dessous les résultats des combinaisons des cinq modèles pour lesquels la distribution des résidus s'approche le plus d'une distribution normale (D09 salon, D08 salle à manger, D09 salle motrice, D08 salle manuelle et D09 salle manuelle) :

- Le modèle D09 pour la salle motrice indique une combinaison entre une pièce avec une faible valeur de compacité et une configuration spatiale évitant les *variations de bruit de fond*.
- Le modèle D08 pour la salle à manger, montre qu'il faudrait avoir une configuration spatiale présentant simultanément peu d'orientations, peu de teintes différentes, des sols faiblement saturés, avec un éclairage artificiel faiblement lumineux et des murs plutôt foncés. Ce dernier résultat concernant l'aspect relatif à l'obscurité des murs est à relativiser puisque nous avons pu voir lors de l'analyse descriptive que les salles à manger du corpus ont globalement actuellement des murs clairs.
- Le modèle D08 de la salle d'activités manuelles, met en avant une configuration constituée d'un faible volume avec simultanément peu de matériaux différents sur les murs, et des portes claires.
- Le modèle D09 pour la salle d'activités manuelle indique une configuration spatiale qui permettrait d'éviter : des temps de réverbération long, le contact visuel avec les autres pièces. Même si les résultats de l'ACC indiquent que les zones de contact physique et visuel avec l'intérieur et l'extérieur seraient des facteurs de troubles, les résultats du modèle montrent qu'il vaudrait mieux avoir des zones de perméabilité physiques ou visuelle avec l'extérieur plutôt que des zones de perméabilité visuelle intérieure.
- Le modèle D09 pour le salon indique quant à lui que lorsque l'on a la surface, le volume et la hauteur qui ressortent simultanément il faudrait mieux avoir une petite surface.

Les résultats de l'analyse des corrélations canoniques restent tout de même plus fiables que ceux des modèles de covariance et de régression qui doivent être considérés avec une certaine vigilance. D'une part car nous avons appliqué une procédure descendante de sélection des variables afin d'éviter le sur paramétrage des modèles et d'autre part car les modèles de régression et covariance nécessitent que les variables cliniques soient normalement distribuées. Or comme nous avons pu le montrer (voir le chapitre V.2.4 p.167) les variables cliniques à expliquer ne remplissent pas totalement ces conditions de normalité.

Les résultats extraits des observations faites durant ce travail restent valables pour une architecture relativement « habituelle », présentant un certain niveau de conformation à des schémas utilisés dans le domaine de l'hébergement médicalisé. On ne peut, sans étude plus approfondie, généraliser à une architecture qui serait radicalement différente : entièrement voutée, en pierre, ou aux formes très organiques par exemple. Ces pistes sont des premiers éléments de réflexion à analyser avec précaution. En effet, il est possible que ces éléments ne soient pas transposables directement à d'autres types d'architecture ou de milieux socio-culturels. L'application stricte de ces premières recommandations proposées ici ne garantit pas, par elle seule, l'amélioration de la qualité de vie pour les personnes autistes. On pourrait penser, par exemple, que l'architecture carcérale ou monastique traditionnelle, dont on aurait rendu les pièces anéchoïques, serait particulièrement bien adaptée. Elle répond en effet à la plupart des recommandations énoncées ici. Cependant, du fait que ces typologies s'écartent trop des caractéristiques spatio-ambientales des spécimens de notre corpus, la transposition ne peut être garantie. En revanche, il peut être utile à l'architecte de se défaire d'un certain nombre de connotations négatives associées à ces recommandations. Bien entendu ce travail demande à être prolongé dans le cadre d'un programme de recherche au long cours. Les prochaines étapes proposées sont décrites ci-après, qui en fonction des ressources affectées, peuvent se dérouler sur plusieurs années. D'autres tests statistiques proposant des combinaisons entre ces variables et des expérimentations in situ sont nécessaires pour appuyer et valider les éléments dégagés de ce travail. Les recommandations opérationnelles proposées ici, consolidées et/ou complétées des résultats de la thèse de L. Longuépée²⁷⁸, peuvent cependant être mises en œuvre immédiatement, à condition de ne pas adapter une posture de conception exagérément positiviste, qui se permettrait de faire table rase des modèles actuels, sur la stricte application des critères énoncés dans ce document.

V.5.2 D'autres tests statistiques

Les analyses de L. Longuépée, basées sur la construction de modèles multi-variées/multiniveaux seront confrontés à nos propres résultats. Au-delà, il serait utile de poursuivre les analyses statistiques à partir des données cliniques et architecturales que nous avons recueillies. Par exemple, il serait intéressant de construire des modèles non paramétriques. C'est-à-dire avec des tests qui ne font pas d'hypothèses sur la distribution des données au sein de l'échantillon et donc qui n'impliquent pas nécessairement que les données soient normalement distribuées. De la même manière il pourrait être pertinent d'utiliser d'autres tests statistiques qui permettraient de détecter des relations non linéaires et non monotones entre les variables. Il conviendrait aussi de questionner la méthodologie descendante adoptée pour opérer la réduction du nombre de variables explicatives par modèle de régression, aujourd'hui basée sur des critères experts de catégorisation en domaine.

Pour les premières analyses statistiques, nous avons retenu uniquement les variables quantitatives car les variables qualitatives présentaient un problème d'équilibrage (c'est-à-dire

²⁷⁸ La date de soutenance de la thèse en psychologie clinique de L. Longuépée est envisagée en décembre 2014.

que la répartition entre modalités n'était pas homogène). Il serait donc intéressant dans des prochains tests d'intégrer ces variables.

D'autres traitements statistiques pourraient se baser sur la comparaison d'échantillons construits en fonction du profil sensoriel des résidents (à partir de la construction de sous-groupes parmi les 148 résidents évalués en fonction par exemple de leur hyper/hypo sensibilité acoustique, thermique...). En effet, on peut émettre l'hypothèse que le rapport à l'espace et à certains paramètres architecturaux en particulier pourrait être dépendant du fait que la personne ait ou n'ait pas une hypersensibilité à ce domaine. À cet effet, nous pourrions utiliser des outils de partitionnement.

Compte tenu des résultats mis en avant par l'analyse canonique et par les modèles d'ANCOVA et de régression, il semblerait intéressant d'approfondir l'étude de relations par rapport à certains domaines. Par exemple, pour le domaine de l'éclairage naturel, nous avons dans un premier temps écarté les variables architecturales relatives à la quantité de vitrages en fonction des orientations (vitrage au nord, au sud, à l'est et à l'ouest) car ces variables étaient totalement multi-colinéaires avec la surface vitrée totale. Toutefois, nous avons pu voir que la quantité de vitrages ou encore le nombre d'orientations dans la pièce semble liés à certains troubles cliniques. Il pourrait donc être intéressant de regarder si le fait que la pièce soit orientée au nord ou à sud par exemple influence aussi les troubles cliniques.

Concernant les variables acoustiques, (bruit de fond et temps de réverbération) nous avons dans un premier temps retenu uniquement les valeurs par bande de fréquence (c'est-à-dire une valeur pour tout le spectre). Les résultats semblent indiquer que les variables acoustiques (temps de réverbération moyen, variations de bruit de fond, variations de temps de réverbération) pourraient être liées à certains troubles de l'EPOCAA, par conséquent nous pourrions analyser les valeurs par bandes de fréquence afin de voir si certains troubles seraient plus présents à certaines fréquences. Par exemple est ce que les sons aigus/graves seraient plus problématiques pour la pathologie autistique ?

Les variables cliniques mesurées à partir de l'EPOCAA sont divisées comme nous avons pu l'évoquer en treize grands domaines (recherche d'isolement, interactions sociales...) qui sont eux même divisés en plusieurs items²⁷⁹ (allant de 5 items à 38 items par domaines). Nous nous sommes, pour les analyses présentées dans ce document, centrés sur les grands domaines mais il pourrait être pertinent dans des études ultérieures de rentrer en détail dans les items de l'EPOCAA (en particulier les domaines cliniques qui sont le plus ressortis : *réactivité au changement et à la frustration, la réactivité sensori-motrice, les stéréotypies et les autostimulations* ...) et d'analyser précisément les liens des différents items composant un domaine avec les variables architecturales.

Enfin, nous pourrions compléter notre base de données en intégrant de nouveaux établissements et individus afin de rendre nos résultats plus fiables.

²⁷⁹ Par exemple le domaine, recherche d'isolement comprend les cinq items suivants : s'isole tout en restant au milieu du groupe, quitte le groupe, reste en périphérie du groupe, absence d'approche spontanée du groupe avec intérêt à distance, absence d'approche du groupe : aucun intérêt manifeste.

V.5.3 Mise en place de la phase expérimentale

La première phase d'étude «exploratoire /statistique », objet de cette thèse, va déboucher sur la mise en place d'une seconde phase, dite « expérimentale et confirmatoire ». Cette phase permettra de vérifier la validité et la fiabilité des résultats dégagés ici, ainsi que dans la thèse en psychologie clinique de L. Longuépée. Il s'agira d'intervenir au sein de plusieurs établissements et de modifier l'environnement de façon à adapter certains paramètres architecturaux afin de vérifier en les mesurant des changements au niveau de l'expression clinique des troubles autistiques. Pour ce faire, cette étude portera sur des établissements du corpus disposant d'au moins deux unités d'hébergement homomorphes :

- Une unité servant de terrain d'expérimentation avec modifications effectives des paramètres environnementaux, par le biais de travaux d'aménagements.
- Une unité servant de terrain « placebo », avec des modifications de paramètres environnementaux non significatifs, et des travaux d'aménagements factices, afin de vérifier si les variations comportementales (dans le cas où elles apparaîtraient) ne sont pas liées uniquement à l'introduction d'un changement dans l'environnement, indépendamment de la nature du changement effectué.

Si l'on souhaite mesurer et isoler l'impact *d'un* paramètre du cadre bâti sur les troubles, une des difficultés auxquelles nous allons devoir faire face est la nécessité de maintenir les autres paramètres architecturaux le plus constant possible. Par exemple, en ajoutant des cloisons ou en changeant les matériaux, comment varie le temps de réverbération? Nous proposons ci-dessous des premières pistes de paramètres à tester, ces pistes sont hiérarchisées selon leur pertinence au regard de nos résultats statistiques (paramètres récurrents dans plusieurs pièces et/ou avec différents troubles de l'EPOCAA). La possibilité d'isoler leur effet indépendamment d'autres et de les mettre en œuvre dans deux unités distinctes est également un critère participant de la hiérarchie exposée ci-après :

- *L'obscurité/clarté des couleurs* : nous proposons d'évaluer l'impact séparément de l'obscurité/clarté en maintenant constantes la saturation et la tonalité chromatique. Seront retenues deux pièces identiques de chaque unité (morphologie, quantité de lumière naturelle, dimension...). Dans l'une d'entre elles nous modifierons le degré *d'obscurité* sur les murs et les sols mais en maintenant stable la tonalité chromatique et la saturation.
- *La quantité de teintes utilisées* : Pour tester l'impact de la quantité de teintes utilisées, une pièce ou une circulation présentant des changements de teintes importantes sera modifiée (par de la peinture) afin de rendre les murs, les sols, les plafonds et les portes homogènes. Ceci permettrait de tester l'impact d'une ambiance chromatique plus ou moins contrastée. Il faudra donc veiller à ce que les matériaux restent identiques entre les deux zones pour faire varier uniquement les paramètres relatifs à la couleur.
- *Le nombre de changements de matériaux* dans les circulations : Deux circulations de deux unités similaires comportant plusieurs matériaux différents (avec des changements de texture, de dureté et de température) seront retenues. Dans l'unité « d'expérimentation », des matériaux homogènes seront mis en œuvre. Afin d'isoler les paramètres, il faudrait veiller à choisir des matériaux qui ont la même tonalité

chromatique, la même saturation et la même obscurité et de préférence les mêmes propriétés acoustiques afin de ne modifier que les matériaux.

- Les paramètres relatifs à la lumière et aux vues (*le pourcentage d'ouverture, le nombre d'orientation*) : Un des enjeux que nous avons révélé est de détecter si c'est la lumière ou bien les vues ou une combinaison des deux qui serait problématique. Afin de tester la présence de distractions potentielles on pourrait masquer uniquement les vitrages bas à hauteur des yeux (par le biais de films opaques) pour permettre un apport de lumière naturel indirect. A l'inverse pour vérifier l'impact de la lumière en diminuant celui de la vue le dispositif expérimental retenu devra barrer la lumière mais sans être opaque (recours à des films non opaques mais atténuant la lumière). Pour évaluer l'impact *du nombre d'orientation*, des travaux permettront de masquer une partie des vitrages pour avoir une pièce mono-orientée.

D'autres paramètres émergent des résultats de la phase exploratoire dont par exemple le *volume, la surface et la hauteur* qui étaient d'ailleurs parmi les plus récurrents si l'on cumule l'ensemble des troubles de l'EPOCAA. Ces éléments du cadre bâti seraient intéressants à tester mais ils sont plus difficilement isolables (comment faire varier les dimensions de la pièce sans modifier sa lumière, son acoustique, son étalement ?) et demandent des travaux plus conséquents et plus difficilement adaptables à notre protocole de recherche basé sur la comparaison d'une unité témoin et d'une unité placebo. Ils apparaissent donc plus délicats à tester que ceux évoqués précédemment. Nous avons émis l'hypothèse que la surface pourrait être plus importante que la hauteur. La surface sera donc diminuée par l'ajout de cloisonnement tout en maintenant constante la hauteur. Les idées présentées ci-dessus sont des premières pistes qui devront être confrontées aux résultats des cliniciens, discutées avec les collègues d'experts, affinées et complétées au regard de la méthodologie scientifique, des exigences du terrain d'étude (intervention courte en site occupé auprès de populations fragiles), de la faisabilité et des coûts des travaux. La possibilité de tester expérimentalement sans engager des modifications considérables sera évidemment un critère de choix (on comprend aisément qu'il sera difficile d'augmenter la hauteur d'un plafond, ou de percer une dalle). Un des enjeux sera d'effectuer des travaux dans des établissements occupés par des personnes résistant mal aux changements, les travaux se devront donc d'être simples et rapides à mettre en œuvre pour engendrer le moins possible de gêne. Un premier temps de « la phase expérimentale » sera consacré à la mise en place du réseau partenarial de terrain (établissements qui accepteront de participer) et à l'élaboration d'un cahier des charges tenant compte de ces différents aspects. Les propositions expérimentales seront déposées auprès d'un comité éthique de recherche et nous pouvons prévoir d'ores et déjà de choisir des modifications dont on estime qu'elles auraient un impact positif sur le comportement si l'on souhaite obtenir une validation du projet par ce comité. Le choix définitif des paramètres à tester et des aménagements qui en découleront se fera donc sur la base des résultats scientifiques et par des compromis liés au terrain d'étude et aux établissements partenaires.

Chapitre VI. Le handicap cognitif comme défi et aubaine pour repenser la conception architecturale

Les premiers résultats qui se dégagent confirment que le rapport à l'espace de ces personnes questionne plusieurs paramètres du cadre bâti dont les facteurs d'ambiances (acoustique, couleurs, éclairage...) aussi bien que la morphologie de l'espace (volume, surface...) imposant de reconsidérer le cadre bâti dans sa globalité et sa complexité alors qu'en matière de handicap moteur ou sensoriel, l'adaptation de l'environnement et sa mise en « accessibilité » peuvent se faire par l'ajout de dispositifs techniques (rampes, signalétiques...) plus simples. Cela interroge alors les possibilités offertes par le cadre spatial (tenant compte des déficiences et compétences des usagers) pour favoriser la possibilité de vivre dans un espace adapté dans l'esprit de la définition suivante : « *L'accessibilité permet l'autonomie et la participation des personnes ayant un handicap, en réduisant, voire supprimant, les discordances entre les capacités, les besoins et les souhaits d'une part, et les différentes composantes physiques, organisationnelles et culturelles de leur environnement d'autre part. L'accessibilité requiert la mise en œuvre des éléments complémentaires, nécessaires à toute personne en incapacité permanente ou temporaire pour se déplacer et accéder librement et en sécurité au cadre de vie ainsi qu'à tous les lieux, services, produits et activités. La société, en s'inscrivant dans cette démarche d'accessibilité, fait progresser également la qualité de vie de tous ses membres.* »²⁸⁰. Cette recherche a permis d'accroître la connaissance scientifique liée aux rapports particuliers des personnes autistes avec leur environnement et de relier cette connaissance aux problématiques propres à la conception architecturale. Le détour par la pathologie amène ainsi à réinterroger la pratique architecturale courante et présente une valeur heuristique pour appréhender l'architecture: « *If, in general, the constant reflection upon the relationship between the person and space, between the individual and their environment (built), is important for the discipline of architecture, we believe that the particularisation of this reflection for the dweller with autism may be an interesting contribution for the discipline itself. In fact, researching about this adjustment and this link, between the architectural object and its aim - the person, is to reflect upon architecture itself, which, like other arts and other disciplines such as Philosophy, grows upon rethinking.* »²⁸¹

Lorsque l'on questionne le cadre bâti en tenant compte de troubles tels que l'autisme on réinterroge les caractéristiques spatiales que l'on a plus l'habitude d'examiner en tant que neuro-typique. Une personne neuro-typique n'aimerait-elle pas pouvoir bénéficier d'un espace de retrait clos pour pouvoir s'isoler, n'est-il en effet pas plus propice à la concentration

²⁸⁰ Ministère de la Santé et des Solidarités, Ministère délégué à la Sécurité sociale, aux Personnes âgées, aux Personnes handicapées et à la Famille, (2006).

²⁸¹ SANCHEZ P., et al. (2011).

d'être dans un espace contenant avec une surface de vitrage mono-orientée? Pourrait-on par exemple concevoir des pièces sans vitrage, sans angles? De manière plus large, peut-on espérer un retour, pour repenser l'architecture au bénéfice des neuro-typiques? Les actes du colloque²⁸² de la journée d'échanges autour de la ville accessible aux personnes handicapées mentales, cognitives et psychiques viennent à travers les interventions de V. Lochman et M-A Corbillé, confirmer que ce qui est bénéfique pour des personnes présentant des troubles cognitifs pourrait l'être pour d'autres personnes: « *Si l'on définit la situation de handicap comme une inadéquation entre l'environnement et les capacités d'une personne, nombreuses sont les difficultés communes rencontrées et les besoins similaires engendrés en matière d'accessibilité, à la fois pour des personnes handicapées, du fait d'une limitation intellectuelle ou de difficultés à mobiliser leurs capacités intellectuelles, mais aussi pour les personnes dites «valides» [...] ce qui est indispensable pour certains est souvent pratique pour tous*». M-A Corbillé en rappelant « *que les personnes handicapées peuvent être des révélateurs pour diagnostiquer des espaces existants et des coproducteurs pour en concevoir de nouveaux, plus sûrs pour elles mais aussi pour tout un chacun*», souligne que ces personnes questionnent le cadre bâti de manière plus large et par la même, on peut supposer, la pratique architecturale. Les connaissances produites lors de cette recherche ont certainement du potentiel pour ouvrir sur de nouvelles formes bâties qui viendraient bousculer les codes et les idées reçues. Nous espérons que d'autres pourront ainsi exploiter les résultats de ce travail et s'engager dans une telle transposition, qui sort du cadre de cette thèse.

Il apparaît difficile d'aborder aujourd'hui la question du handicap et de l'architecture sans évoquer la place et le rôle des normes et des recommandations par rapport à la conception. Ces éléments qui conditionnent la pratique architecturale sont fréquemment élaborés par des personnes distantes du processus de conception et deviennent ainsi souvent contraignantes, basées sur une approche systématique voire simplificatrice d'une universalité des besoins et de l'acte de concevoir. Or, le développement d'un projet d'architecture n'est pas un processus linéaire et systématique, il s'agit bien d'une production construite à partir d'aller-retour successifs et de choix. Il n'y a pas « une manière » de voir et/ou de pratiquer l'architecture mais « des manières ». Il semble difficile de systématiser le travail de conception qui se base sur des choix : « *le travail de l'architecte ne relève donc pas d'automatismes qui ressortiraient à un déterminisme de contraintes. La conception d'un édifice est portée par des choix, des intentions, des décisions que permet, ou auxquelles renvoie l'idée.* »²⁸³ Ce travail de recherche qui constitue une première étape vers la production d'un guide de recommandations est une opportunité pour repenser ces éléments et intégrer la dimension individuelle. Il s'agira de favoriser des pistes de recommandations qui n'imposent pas des réponses uniques, stéréotypées et qui ne brident pas la conception. L'un des intérêts de ce travail est bien de produire un savoir et de le mettre à portée des concepteurs. Décrire, pour mieux comprendre, la relation spécifique entre la personne autiste et son environnement, est un complément indispensable à la prescription de solutions réglementaires quantifiées.

²⁸² CERTU. (2013).

²⁸³ BOUDON P., et al. (2001).

L'intervention de l'architecte sur ces questions au-delà d'intégrer aux prescriptions les enjeux propres au processus de conception (cohérence constructive, intégration au site notamment) devrait éviter la formulation de recommandations incompatibles entre elles. Les professionnels de terrain rencontrés durant cette recherche ont pointé des décalages, voire des incompatibilités entre certaines normes et la réalité des troubles autistiques. Dans les établissements visités, les mêmes retours nous ont souvent été faits alors qu'il ne s'agissait évidemment pas de l'objet de notre recherche; il semble donc intéressant d'évoquer ces éléments spontanément décrits. Par exemple la réglementation incendie impose que les issues de secours soient asservies à la détection incendie avec un déverrouillage automatique de ces dernières en cas de déclenchement des alarmes. Or celles-ci sont constamment déclenchées (plusieurs fois par jour) par certains résidents, occasionnant des problèmes de fugues qui s'avèrent très problématiques et dangereuses pour la sécurité du résident. Encore plus étonnant, ce sont des décalages entre la norme handicapée et les troubles autistiques qui ont pu être mentionnés (comme par exemple les barres d'appuis qui doivent être disposées dans les sanitaires et salles de bain des établissements recevant du public (arrêté R. 111-19-2 article 12) et qui présenteraient des possibilités de blessures accrues ou bien encore la présence de lumière sur les détections qui pourrait surprendre les résidents). Le handicap cognitif comme révélateur de ces décalages s'impose donc comme un défi pour repenser les recommandations.

Les rares pistes de recommandations actuelles pour la conception des lieux de vie pour les personnes autistes sont difficilement transposables et interprétables lors de la conception. Comment traduire, par exemple, le besoin de salle à manger *confortable* d'un point de vue sonore, visuel et olfactif ?²⁸⁴ Ces recommandations peuvent parfois être sujettes à diverses interprétations et dans leur formulation même favoriser des décalages. Comment réussir à fournir des : « *espaces de vie et d'activité sécurisants, mais sans excès.* »²⁸⁵ ? Ces recommandations se basent souvent plus sur l'organisation de l'établissement en tant que telle que réellement sur l'architecture. Ce sont des paramètres du cadre bâti sur lesquels un architecte n'a pas nécessairement de prise comme par exemple : « *l'aménagement à sa convenance par le résident de sa chambre* ». Pour pallier ces difficultés, il apparaît nécessaire de mener une réflexion pour que les recommandations issues de ce travail soient appropriables par les architectes et qu'elles puissent stimuler la conception. Ce travail a été l'occasion d'élaborer une méthodologie reproductible, applicable à d'autres terrains, exploitable à la fois par le concepteur et pour la mise en place de futures recommandations. Par ailleurs, les éléments du cadre bâti qui ont été évalués renvoient à des paramètres sur lesquels un architecte peut intervenir, ce qui devrait favoriser la mise en place de normes appropriables. Par exemple, les dimensions sonores retenues sont dépendantes de l'architecture plutôt que des sources sonores potentielles. Un architecte ne peut pas toujours intervenir sur la source d'un bruit (une personne en train de crier, un véhicule qui passe dans

²⁸⁴ ANESM. (2009). Recommandations de bonnes pratiques professionnelles.

²⁸⁵ Voir guide de bonnes pratiques 2005 – Centre régional pour l'enfance et l'adolescence inadaptée.

la rue...), en revanche certaines caractéristiques architecturales peuvent diminuer ou au contraire accentuer la gêne liée aux manifestations sonores. Le rapport à l'espace des personnes atteintes de handicaps cognitifs relativement méconnus des concepteurs questionne la forme à donner aux recommandations qui seront développées. Est-il possible par exemple de mettre en place des outils alternatifs illustrant le rapport particulier de ces personnes à leur environnement (tels que des schémas, des supports vidéo, des témoignages, des exemples imagés...) ? Comme par exemple des mises en situation pour permettre aux concepteurs d'expérimenter le handicap (par des simulations de handicap, par des visites de terrain).

Si l'on sort du cadre des recommandations, le travail sur une pathologie telle que l'autisme constitue une opportunité pour construire des méthodes et des outils mobilisables dans des travaux de recherche ultérieurs traitant des relations entre environnement et bien-être et/ou nécessitant une caractérisation architecturale précise. Une réflexion a été menée sur la manière de traduire en paramètres mesurables et intelligibles des grandeurs difficilement interprétables. En effet, certains paramètres du consensus existant sur les relations vraisemblables entre l'environnement et le comportement des personnes atteintes de TSA, tels qu'ils sont formulés, sont difficilement mesurables (comme « *la perméabilité* », le caractère « *contenant* » d'une pièce ou la neutralité des couleurs ...). La traduction de savoirs métiers en paramètres objectivables et mesurables pourra être transposée à d'autres domaines.

Nous avons durant ce travail souligné la difficulté de transposer la sensibilité des personnes neurotypiques à celle des personnes autistes et d'interpréter leurs comportements en se référant à notre propre vécu. Or, les architectes se projettent en tant qu'usager et utilisent leur propre mode d'appropriation et de pratique de l'espace comme références lorsqu'ils conçoivent. Cela peut conduire à certains décalages entre l'espace conçu, à partir de leurs présupposés, et l'espace tel qu'il est vécu et pratiqué par des usagers différents et méconnus du concepteur. Celui-ci ne peut se représenter finement des besoins et des modes d'appropriation des usagers, en particulier lorsqu'il s'agit de personnes en situation de handicap et plus largement de personnes issues de milieu social et/ou culturel distant du sien. Boudon, à travers l'étude du devenir d'une des réalisations de Le Corbusier à Pessac a remarqué les nombreuses modifications que les usagers ont apporté à cette réalisation dans le temps et il évoquera à ce sujet un « *conflit entre les intentions de l'architecte traduites dans ses réalisations et les réactions de l'utilisateur* ». ²⁸⁶ Il attribue ces modifications à un conflit d'appropriation provoqué notamment par un décalage culturel entre l'espace proposé par l'architecte et la « culture » des habitants. En effet, le confort est difficile à définir et est dépendant des sentiments et des perceptions propres à chacun : « *Il s'agit en effet d'une notion complexe à cerner, d'une part parce qu'il est difficile d'exprimer ce qui rend une situation confortable ou inconfortable, et d'autre part parce que le confort n'est pas un concept unidimensionnel directement mesurable [...]. En effet, le confort est lié aux sentiments, à la perception, à l'humeur et à la situation.* » ²⁸⁷ D'autre part le confort, la

²⁸⁶ BOUDON P. (1985).

²⁸⁷ MARCHAND D., et WEISS K. (2009).

satisfaction par rapport à son environnement et les pratiques de l'habiter, au-delà de varier d'un individu ou d'un groupe d'individus à l'autre, peuvent évoluer dans le temps. Le rapport à l'espace n'est pas figé et univoque il s'agit bien d'un processus dynamique pouvant faire rentrer différents éléments en ligne de compte (état d'une personne à un moment donné, culture et histoire individuelle...). La difficulté et la complexité dans la compréhension des relations des êtres humains à l'espace pourraient résulter, comme le rappelle P. Dosda : « *de cette capacité d'être insatisfait d'un espace « objectivement » satisfaisant, ou satisfait d'un espace concret nettement insatisfaisant. De n'être plus satisfait aujourd'hui d'un espace hier satisfaisant.* »²⁸⁸ Des situations de handicap ou de gêne apparaissent lorsqu'il y a une inadéquation entre les caractéristiques d'un lieu et les capacités et besoins des usagers. Toutefois en fonction des personnes et de leur capacité à faire face à leur environnement ces décalages peuvent être plus ou moins bien vécus. À propos des rapports d'interdépendance entre l'habitat et les aspects de la vie sociale P. Serfaty disait d'ailleurs : « *La gravité de cet enjeu a fréquemment conduit à considérer comme générateurs de dysfonctionnements les contradictions et les écarts constatés entre des pratiques d'habitation qui tirent leur sens de la tradition et celles qui sont appelées par des organisations spatiales étrangères à la culture des habitants. Il faut cependant nuancer les choses, car ces écarts soulèvent des enjeux d'importance très inégale, qui varient selon les contextes sociologiques et historiques des groupes humains.* »²⁸⁹ En référence aux théories d'adaptation et en particulier au modèle de pression environnementale, il semblerait que le rapport à l'espace soit en effet influencé par les capacités des personnes à faire face à leur environnement. Les retours des professionnels rencontrés pour cette recherche et nos observations sur place ont fait ressortir certains de ces décalages et les difficultés, voire l'impossibilité, à faire face à leur environnement de certaines personnes autistes se traduisant par des solutions provisoires mises en œuvre pour tenter d'adapter l'espace aux usages. Par exemple, des pièces conçues entièrement vitrées dans lesquelles des planches en bois clouées sur les murs ont dû être placées par les usagers ou leur représentant de sorte à les occulter, et encore des pièces dans lesquelles des cloisonnements provisoires (de type paravents) ont dû être rajoutés (notamment dans les salles à manger où certains résidents ne peuvent manger que seuls face au mur). Des accès sur l'extérieur ou à certaines pièces ont été bloqués, ou bien des dalles acoustiques en tissus ajoutées sur les murs et plafonds. Ces exemples soulignent tous des différences entre l'espace tel qu'il est conçu et l'espace tel qu'il évolue dès lors que les usagers l'investissent. Pour reprendre la formulation proposée par P. Boudon²⁹⁰, il s'agit de différences entre l'espace mental (celui qui naît de l'imaginaire de l'architecte – toujours en référence avec ses propres expériences - et qui aboutit à la traduction en plan), l'espace concret (qui correspond à la traduction de l'espace mental dans l'espace physique) et l'espace vécu (correspondant à l'espace investi et habité par les usagers). Les troubles du comportement comme l'autisme et les particularités sensorielles de ces personnes (difficilement transposables et interprétables par un neurotypique) accentuent ce risque de décalage.

²⁸⁸ DOSDA P. (2000).

²⁸⁹ SERFATY-GARZON P. (2003). URL : <http://www.perlaserfaty.net/texte7.htm>.

²⁹⁰ BOUDON P. (1971).

Pour les éviter, les architectes se tournent habituellement vers les usagers mais le détour par des pathologies telles que l'autisme révèle les difficultés à obtenir des retours de la part de ce public qu'il semble difficile d'associer directement à la conception. Ce travail montre que l'on doit repenser la manière de faire du participatif en fonction des usagers concernés. Lorsque le concepteur rencontre des difficultés pour comprendre l'univers cognitif des personnes pour qui il conçoit ou bien lorsqu'il ne partage pas de systèmes de communication ou de valeurs communs il faut trouver des solutions pour pallier à ces difficultés (observations de terrain, mobilisation de tierces personnes, apports des sciences sociales pour appréhender le mode de pratiquer l'espace de ces personnes...). Pour contourner cette difficulté, nous avons eu recours ici à un croisement de données cliniques et de données architecturales qui pourrait s'appliquer à d'autres populations (notamment celles pour lesquelles il est difficile d'avoir recours à des entretiens, à de l'observation directe et de transposer nos propres codes et valeurs, ou bien encore dans des terrains où il est difficile d'intervenir).

Il est donc utile de pouvoir mobiliser des connaissances expertes objectives et solides sur le rapport à leur environnement de publics très spécifiques lors du processus de conception pour mieux répondre aux besoins et attentes de ces derniers. Un des enjeux et une des difficultés des recherches portant sur les liens entre l'environnement et le comportement est de trouver des outils d'évaluation adaptés et d'avoir des connaissances expertes tant pour évaluer le comportement que l'environnement comme l'indique C. Levy-Leboyer²⁹¹. C'est en ce sens que les protocoles de caractérisations cliniques et architecturales ont été élaborés à partir d'aller-retour et d'échanges successifs (certaines évaluations cliniques, comme nous l'avons expliqué, ont d'ailleurs été ciblées en fonction des lieux évalués dans le protocole architectural). Une réflexion a été menée sur la manière d'aborder une même question à partir de regards complémentaires portés par deux disciplines différentes (mise en place d'outils et d'un langage communs). Ce travail collaboratif interpelle sur la manière de « faire ensemble », sur la nature des échanges entre l'architecture et les sciences humaines et sociales et plus largement sur les croisements entre l'architecture et les autres disciplines ainsi que sur les conditions de fonctionnement et de réalisation de ces échanges. La profession d'architecte se distingue par la diversité des domaines de compétences qu'elle recouvre. L'architecte doit être un créateur, mais un créateur qui ne peut se détacher de la réalité dans laquelle il évolue. Il doit sans cesse confronter son travail aux exigences techniques, réglementaires, environnementales, socio-historiques. Il doit pour construire « une partie » du monde comprendre le monde qui l'entoure et pour cela il devrait pouvoir éventuellement mobiliser des connaissances concernant d'autres disciplines. Ce travail conduit à réfléchir à la manière dont les sciences humaines et sociales peuvent enrichir le point de vue de l'architecte et à la nature des apports concrets et/ou théoriques que ce type de collaboration permet de générer. Ces questions sont d'ailleurs au cœur des préoccupations actuelles²⁹². Ces collaborations avec les psychologues devraient permettre d'analyser et comprendre le bâti, qui est conçu, produit,

²⁹¹ LEVY-LEBOYER C. (1980).

²⁹² Comme en témoigne le colloque international : Rencontres à la croisée de l'architecture et des sciences humaines : émergences et déplacements, qui aura lieu à l'Université Libre de Bruxelles, campus du Solbosh, les 26 et 27 mai 2014.

habité, approprié et parfois transformé et ainsi enrichir le socle théorique de la pratique : « *car force est de constater l'attitude fréquente chez les architectes consistant à nier ou à éviter toute référence à leurs sources – au nom du mythe de la « création » architecturale – ne favorise pas l'établissement d'une théorie, quelle qu'elle soit. Or, comme le rappelle Alberto Pérez-Gomez, l'architecture n'est pas seulement une question esthétique ou technologique mais fondamentalement éthique, étant donné la dimension politique qu'implique sa conceptualisation en tant que bien commun, quand on la définit comme productrice d'espaces destinés à la stabilité et à l'équilibre des hommes.* »²⁹³ Comme le souligne M. Segaud²⁹⁴ dans une réflexion qu'elle porte sur l'enseignement des sciences sociales dans les écoles d'architecture : « *Chez Vitruve connaître l'anthropologie physique est indispensable au bagage de l'architecte.* » Les architectes pourraient se rapprocher des connaissances issues de la psychologie environnementale à cette fin.

De manière réciproque, l'étude des liens entre l'environnement et le comportement pourrait sans doute à son tour se nourrir des apports des architectes en mobilisant leur compétence à décrire et à caractériser l'architecture. L'environnement bâti est complexe et résulte d'une combinaison de différents facteurs. Les architectes peuvent mobiliser leurs connaissances pour décrire et appréhender l'environnement dans sa globalité et sa complexité, puisque son rapport avec les comportements n'est pas direct et univoque. Caractériser précisément une couleur, repérer les descripteurs morphologiques essentiels, identifier les ingrédients de l'ambiance lumineuse, etc. : c'est un ensemble de critères qu'il est nécessaire de considérer si l'on souhaite pouvoir mesurer l'ampleur de l'impact de tel élément. Ainsi, l'environnement a été mesuré en appréciant les différents aspects du cadre bâti tout en considérant, lors des tests statistiques, la possibilité que ces facteurs varient conjointement. Par son regard complémentaire, l'intervention d'architectes sur ces questions pourrait alors aider les psychologues à interpréter certains troubles et à en comprendre les causes en décryptant l'environnement et sa composition. Les apports des architectes sur ces questions pourraient aussi permettre aux résultats cliniques de trouver une traduction plus opérationnelle.

Nous avons fait de la démarche de caractérisation et description adopté pour cette recherche une condition de validité du savoir produit. Les résultats de notre travail, à travers l'analyse des relations entre les variables liées au jugement d'expert et les mesures physiques (à partir de la mobilisation d'outils de relevés métrologiques : sonomètre, distancemètre...) ont fait ressortir un écart entre ces deux types de mesures et confirment ainsi la nécessité de les retenir toutes les deux. L'effort a ainsi porté sur une objectivation de la description, par la mise en place de descripteurs mesurables, sans pour autant rejeter tout recours au ressenti ou au jugement d'expert. La manière dont les édifices du corpus ont été décrits est basée sur une décomposition et comparaison rigoureuse qui impose un effort de connaissance et de distanciation par rapport à l'objet décrit. « *Tout l'effort de l'objectivation initiale consistera*

²⁹³ MARTIN-HERNANDEZ M.-J.(2009). Vers une théorie et une critique de l'architecture, in La critique en temps et lieux, Cahier de la recherche architecturale Urbaine et paysagère, 24/25, pp.99-111.

²⁹⁴ SEGAUD M. (2010).

donc à contrôler des configurations et à éliminer autant que possible le flot des significations que chacun y associe spontanément, pour définir des conformations et elles seules, c'est-à-dire la part restreinte des contenus de signification que, à l'encontre de tous ceux que nos activités perceptives permettent de multiplier, nous pouvons tenir pour des propriétés plastiques intrinsèques des entités considérées [...] Et cet effort devra sans cesse être réitéré à chaque observation non seulement pour nous en tenir à ce premier niveau de signification, toujours déjà recouvert de contenus plus riches et, à notre point de vue, intempestifs, mais aussi pour qu'il s'applique de la même façon à de multiples entités distinctes [...] »²⁹⁵

L'établissement du corpus point de départ de l'analyse, fait intervenir différentes étapes dont : le choix d'un groupe d'édifices présentant a priori des caractéristiques communes ; la délimitation qualitative du corpus ; et la détermination des hypothèses de départ qui thématisent l'analyse. La posture employée pour décrire et connaître notre corpus se distingue de la critique architecturale. Dans son acception scientifique, la critique architecturale situe son apport plus ou moins explicitement comme une contribution à un débat : « *Il ne peut y avoir une critique de haut niveau sans l'existence d'un débat théorique qui la nourrisse, et inversement, une critique ne peut pas se passer d'alimenter un débat sur la théorie de l'architecture* ». ²⁹⁶À ce titre, si la critique vise bien à connaître, comprendre, faire reconnaître et évaluer une œuvre en problématisant et contextualisant, elle autorise, voire requiert, l'intervention de la sensibilité propre du chercheur dans la thématisation de la critique et dans l'interprétation des observations. La posture retenue pour cette recherche est elle aussi thématisée et problématisée mais elle demande justement de laisser de côté ses convictions et la dimension culturelle de l'architecture. En effet, les éléments méthodologiques de ce type d'analyse sont toujours à repenser en fonction des points de vue qui les mobilisent. Ceux-ci font peser leurs propres déterminations sur la thématisation de l'analyse elle-même, et une part importante de ce travail de thèse a donc été consacrée à la mise au point de ces ingrédients adaptés à notre problématique spécifique (pour pouvoir la confronter à un autre champ disciplinaire) : délimitation du corpus, identification de descripteurs pertinents, choix des outils d'analyse appropriés. Les choix des descripteurs et des outils spécifiques de traitement de l'information ont quant à eux été très liés aux hypothèses posées par les cliniciens en termes de facteurs d'influence sur la qualité de vie des patients. C'est donc en étroite collaboration avec les spécialistes que ces éléments ont été précisément définis. L'intervention auprès de ce public qui présente des comportements et des moyens d'expressions atypiques, difficilement transposables et interprétables impose une réflexion méthodologique sur la manière d'aborder et d'évaluer le bien-être chez ces personnes participant ainsi à l'élaboration et à la détermination de la manière de décrire. C'est pour ces raisons et dans l'optique d'exploiter et croiser les résultats que la méthodologie retenue tant par les cliniciens (à partir des questionnaires standardisés pour évaluer/ mesurer la qualité de vie et le bien-être) que par les architectes pour décomposer et décrire le cadre bâti s'est détaché des théories et doctrines. Pour pouvoir faire émerger des variations comportementales et permettre de construire un savoir solide et objectif sur le rapport d'un public à son environnement, il était nécessaire de retenir une méthode comparable d'un lieu à l'autre et

²⁹⁵ DUPRAT B. (1999).

²⁹⁶ HUET B. (2008).

dans le temps, dont on garantit que les résultats sont indépendants de l'individu qui la met en œuvre.

Les prises en charge des personnes présentant des troubles autistiques ont évolué dans leurs formes et dans leur nature. Progressivement « l'asile » puis « l'hôpital psychiatrique » se sont vus remplacés par des « Maisons d'Accueil Spécialisée », des « Foyers de vie », des « Foyers d'Accueil Médicalisé » ou encore par des « Foyers d'hébergement » ; autant de formes d'accueil qui dans leur dénomination « Maison » et « Foyer » témoignent d'une volonté de donner aujourd'hui un caractère moins institutionnel et plus « proche » de l'habiter en milieu ordinaire. La manière de désigner l'espace n'est pas neutre comme le souligne M. Segaud : « *Les mots qualifient l'espace.* »²⁹⁷ Malgré ces évolutions sémantiques, on peut s'interroger sur la possibilité de construire un véritable « chez soi » support et symbole de l'identité dans ces espaces institutionnels (est-il possible de bénéficier d'un espace personnel et personnalisable ?) Car, au-delà de considérer les spécificités d'un public particulier dans une logique d'accessibilité pour tous en accord avec la loi²⁹⁸ pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées, qui stipule que les dispositions architecturales doivent être accessibles quel que soit le handicap, il s'agit bien de fournir un espace favorisant « l'habiter », la construction d'un « chez soi » et des repères structurants. « *La présence du terme « soi » dans l'expression «chez-soi » indique que la maison est le lieu de la conscience d'habiter en intimité avec soi-même.* »²⁹⁹ L'habiter est une notion qui dépasse le simple fait de s'abriter ou de se protéger, à tel point que pour Heidegger³⁰⁰, l'habiter renvoie au trait le plus fondamental de l'être³⁰¹. F. Herouard, en s'interrogeant sur l'intérêt d'appréhender les modes d'habiter dans certains lieux « extrêmes », rappelle que cela questionne de manière plus large la possibilité d'habiter dans certains lieux. « *À quoi cela sert-il de comprendre les modes d'habiter ? Cela permet déjà d'évaluer certaines situations qui posent problème du point de vue éthique quant à leur habitabilité. Les foyers d'immigrés, de travailleurs, les hôtels meublés, les maisons de retraites, les hôpitaux pour les très longs séjours, notamment des enfants, sont des exemples d'endroits qui peuvent poser questions quant à la qualité d'espace qu'ils offrent et à la possibilité d'y trouver le bien-être matériel, moral et social.* »³⁰² Le détour par la pathologie et le vécu en milieu institutionnel permet donc d'une part d'explorer la place de l'habitat dans le développement et l'existence d'un individu et ainsi aux conséquences d'une inadaptation de l'habitat sur ces derniers, et d'autre part de redéfinir le mode d'habiter et la possibilité d'investir symboliquement son cadre de vie. La conception de ces lieux pour personnes présentant des troubles sévères impose une réflexion sur la manière et la capacité de ces usagers à s'approprier et investir physiquement, psychologiquement de tels espaces. Lorsque

²⁹⁷ SEGAUD M. (2010).

²⁹⁸ Code de la construction et de l'habitation, loi n° 2005-102 du 11 février 2005. Articles L. 111-7-1 à L. 111-7-3.

²⁹⁹ SERFATY-GARZON P. (2003).

³⁰⁰ HEIDEGGER M. (1958).

³⁰¹ PEZEU-MASSABUAU J. (2002).

³⁰² HEROUARD F. (2004).

l'on aborde des univers cognitifs trop éloignés des nôtres, comment peut-on mettre en œuvre les concepts d'identité et d'habiter?

Les Troubles du Spectre Autistique seraient liés à une difficulté de marquer la différence entre soi et les autres et entre soi et son environnement. L'environnement de l'intimité pourrait donc revêtir une importance capitale pour ces personnes. Or, le milieu institutionnel impose des limites floues, qui se superposent entre la sphère semi-publique et la sphère privée-intime ; entre le dedans et le dehors, entre le choisi et l'imposé, entre le collectif et l'individuel et entre lieu de vie et le lieu de travail. Comme nous avons pu le souligner, la chambre représente le seul espace privatif et le seul lieu d'intimité (et ce si on néglige le fait que le personnel soignant et éducatif peut y accéder à tout moment). De plus nous avons pu voir à travers l'analyse descriptive que les espaces intimes aujourd'hui dans ces types d'institutions demeurent ceux qui sont le moins traités sur le plan architectural et qui sont les plus similaires.

Plus largement, lorsque l'on aborde « l'habiter » dans des espaces de prise en charge institutionnelle partagée où le cadre de vie est le plus souvent imposé aux personnes qui y sont accueillies (elles ne choisissent en général pas le lieu, ni ses caractéristiques, ni les personnes avec qui elles le partagent), se pose la question de la transposition du bien-être individuel au bien-être collectif. Le bien-être qui renvoie à l'harmonie avec son environnement et cette conscience d'être bien se distingue du confort. Il fait intervenir des dimensions plus psychologiques et sociologiques que le confort. Si l'on part de l'hypothèse que le rôle des architectes serait d'aller au-delà du confort et du respect du cadre réglementaire en cherchant à ce que les usagers se sentent bien dans un lieu et qu'ils aient conscience de ce bien-être, alors se pose la question de la manière de procéder avec ce public dont la sensibilité à l'architecture reste méconnue et a priori différente. Soufflot à propos de l'Hôtel Dieu à Lyon déclarait : « *la beauté est la première marche vers la guérison.* »³⁰³ Est-il possible, comme le défendait ce dernier, de produire de la beauté pour que le malade se sente mieux et ainsi toucher la sensibilité de ces derniers ? Nous faisons l'hypothèse que l'habitat peut toucher la sensibilité esthétique ou artistique de celui qui y vit d'autant mieux que les conditions d'inconfort aient été maîtrisées. Des artistes jugés « différents » à une certaine époque, ont su toucher un public considéré comme « normal ». Les figures de l'art brut tels que H-A. Muller, A. Wölfli, A. Corbaz ou encore C. Zinelli tous internés en hôpital psychiatrique ont en effet marqué l'art du 20^{ème} siècle. On peut émettre l'hypothèse qu'un architecte « normal » pourrait à son tour toucher la sensibilité de personnes « différentes ».

³⁰³ <http://www.tribunedelyon.fr/?agenda/culture//34625-patrimoine-les-1001-vies-de-l-hotel-dieu-lyon->

CONCLUSION

Le travail transdisciplinaire dans lequel s'inscrivait ce travail de doctorat se basait sur l'hypothèse que l'environnement physique pouvait avoir un impact sur le comportement et sur l'état clinique des usagers. Cette question a été présentée ici à travers l'étude du rapport à leur espace de personnes adultes atteintes de troubles du spectre autistique. Nous avons souligné à quel point l'autisme est aujourd'hui au cœur des préoccupations actuelles nationales et internationales. De la même manière, l'accessibilité du cadre de vie pour tous, et en particulier pour les publics les plus démunis, est également une question d'actualité et ce surtout à l'aube de l'échéance fixée par la loi du 11 février 2005³⁰⁴ pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées qui s'était donnée jusqu'au premier janvier 2015³⁰⁵ pour rendre les locaux publics (y compris ceux réhabilités) accessibles à tous. Si le handicap moteur est largement considéré, les travaux concernant les personnes présentant des troubles psychiques, cognitifs et mentaux demeurent plus rares comme nous avons pu le montrer (paragraphe I.2). C'est le cas pour les travaux qui traitent spécifiquement du cadre bâti des personnes atteintes de TSA. En effet, malgré la priorité donnée à cette cause, la prévalence des troubles de type autistique, leur dépistage de plus en plus précoce et les besoins de prise en charge en découlant, les besoins et attentes des personnes présentant des TSA sont méconnus et peu considérés par les concepteurs qui ignorent généralement l'étendue de ces troubles et la manière atypique qu'ont ces personnes de pratiquer leur environnement. Les professionnels de l'environnement bâti lorsqu'ils conçoivent pour ce public particulier, n'ont pas réellement à ce jour d'éléments sur lesquels s'appuyer. Pourtant, les retours d'expériences (témoignages d'autistes de haut niveau, témoignages des familles de personnes atteintes de TSA, professionnels de terrain) soulignent tous l'importance que pourrait avoir l'environnement physique pour les personnes autistes. Cet environnement pourrait être facteur de trouble ou bien à l'inverse participer à l'amélioration de leur bien-être. La recherche elle aussi concerne encore assez peu ces questions, les informations dans la littérature actuelle sont rares, éparses et il semble y avoir un manque de structuration et de diffusion de l'information dans ce champ de recherche. Les quelques travaux existants sont basés pour l'essentiel sur l'autisme chez les enfants (et en particulier dans le milieu scolaire) et concernent rarement le contexte socio-culturel de la France, alors que des spécificités locales, si l'on se fie aux résultats des travaux de G. Shabha et K. Gaines³⁰⁶ semblent exister. C'est donc bien dans une logique de continuité que notre recherche s'est inscrite en tentant de venir valider et compléter les travaux existants. Un premier temps de notre recherche a donc été consacré à réaliser un état de l'art afin de synthétiser et faire ressortir à partir des travaux existants, les principaux résultats devant nous permettre de construire notre propre méthodologie et de thématiser notre caractérisation architecturale (Chapitre I). Afin d'étudier

³⁰⁴ Code de la construction et de l'habitation, loi n° 2005-102 du 11 février 2005. Articles L. 111-7-1 à L. 111-7-3.

³⁰⁵ Des délais supplémentaires seront toutefois accordés.

³⁰⁶ SHABHAG., et GAINES K. (2011).

les liens entre l'état clinique d'adultes autistes et leur environnement, nous avons caractérisé et analysé 20 établissements médico-sociaux (maisons d'accueil spécialisées et foyers d'accueil médicalisés) spécialisés dans la prise en charge d'adultes atteints de TSA situés sur l'ensemble du territoire français. 148 personnes adultes atteintes de TSA réparties dans ces 20 établissements ont fait l'objet d'une évaluation clinique par les psychologues de notre équipe de recherche. Le recueil des données architecturales et cliniques ont fait chacun l'objet d'un travail de définition de deux protocoles de caractérisations propres à chaque discipline (Chapitre II et III) mais élaborés à partir d'aller-retour et d'échanges. Le protocole de caractérisation architecturale basé sur les hypothèses des cliniciens en terme d'influence de l'environnement sur la pathologie se devait d'être reproductible, adapté à un terrain particulièrement sensible et axé sur des espaces/lieux pertinents au regard de la pathologie autistique. Cette première phase « d'extraction des données » a débouché sur la mise en place (à partir des évaluations cliniques et architecturales) d'une base de données constituée de variables cliniques et architecturales au sein de laquelle ont été déterminées des variables « explicatives » et des variables cibles « à expliquer » ; l'objectif final était d'étudier les dépendances entre ces variables (Chapitre V). Pour atteindre cet objectif, différentes étapes se sont succédées: la sélection, la description et la synthèse des variables architecturales devant permettre une connaissance de notre corpus, puis la détection des variables explicatives présentant une dépendance trop forte entre elles. Pour l'étude des liens entre les variables architecturales et cliniques, nous avons utilisé plusieurs outils de statistiques multi variées (dont l'analyse canonique de corrélation, l'analyse de redondance et la construction de modèles de covariance et de régression linéaire – Chapitre V). Ces outils nous ont permis de :

- Détecter l'existence d'un lien entre le groupe de variables architecturales et le groupe de variables cliniques.
- Caractériser les variables cliniques et architecturales qui sont le plus liées entre elles et regarder leur sens de variation (il y a-t-il une augmentation des troubles ou une amélioration des troubles lorsque tel paramètre architectural est présent ?)
- Identifier parmi plusieurs variables architecturales qui semblent impacter fortement certains troubles, celles qui sont le plus influentes.
- Vérifier si les variables architecturales ont un effet plus important que certaines variables contrôlées cliniques sur l'apparition de troubles.

Certaines de nos analyses comme nous avons pu le voir viennent confirmer et vont dans le sens des connaissances actuelles (l'impact des temps de réverbération, la saturation et la clarté des teintes...) d'autres précisent et affinent certaines relations qui pouvaient être envisagées (les variables relatives à la perméabilité de la pièce, l'éclairage naturel..) et d'autres constituent un apport nouveau sur la question (par exemple les variations de l'ambiance sonore, les dimensions des pièces). Nos travaux ont permis d'affiner certains paramètres par une description précise du cadre bâti et par une réflexion menée en amont portant sur la manière de décrire certains de ces éléments. Nos résultats semblent confirmer notre hypothèse de départ qui considérait que l'état clinique et l'état de santé mentale des personnes autistes pouvait être influencés par le cadre bâti.

Au-delà, il s'agit bien pour nous de replacer cette démarche au cœur de la pratique architecturale et du savoir théorique dont pourrait bénéficier cette discipline (Chapitre VI). Qu'est-ce que le handicap implique dans le rapport à l'espace ? Qu'est-ce qu'il déplace du point de vue de la conception ? Plus généralement, s'interroger sur l'autisme et sur le rapport particulier des autistes à leur environnement bâti souligne l'importance pour les architectes de comprendre le lien à l'environnement bâti pour chacun de ses usagers.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Les figures :

Figure 1 : Les partenaires du projet.....	14
Figure 2 : Le fonctionnement des MAS et FAM.....	61
Figure 3 : Une unité d'hébergement.....	70
Figure 4 : Salle Snoezelen.....	72
Figure 5 : Exemples de pictogrammes fixés au mur.....	73
Figure 6 : Exemple de code de couleurs sur les portes.....	74
Figure 7 : L'étalement.....	76
Figure 8 : La compacité.....	77
Figure 9 : les angles.....	78
Figure 10 : La perméabilité d'une pièce et les zones de cachette.....	79
Figure 11 : Perméabilité de plusieurs pièces en contact.....	80
Figure 12 : Les trente-six palettes de couleurs.....	83
Figure 13 : Une planche de couleurs.....	83
Figure 14 : Les motifs.....	84
Figure 15 : Exemples de différences de traitements d'une zone à l'autre.....	85
Figure 16 : Utilisation de plusieurs couleurs dans la même zone.....	85
Figure 17 : Schéma des mesures acoustiques in situ.....	89
Figure 18 : Lecture et interprétation d'un « diagramme à moustache » ou « box plot ».....	92
Figure 19 : Les relations entre variables.....	93
Figure 20 : Répartition géographique des établissements du corpus.....	97
Figure 21 : Mesure du bruit de fond (effectuée en 5 points différents par établissements).....	98
Figure 22 : Nombre d'unités d'hébergement par établissement.....	99
Figure 23 : Nombre de personnes maximum accueillies dans l'unité d'hébergement.....	99
Figure 24 : Lieux spécifiquement dédiés aux activités.....	101
Figure 25 : Taux de fréquentation des différentes pièces par résident.....	102
Figure 26 : Taux de fréquentation moyen.....	103
Figure 27 : Surface des chambres.....	110
Figure 28 : Hauteur des chambres.....	111
Figure 29 : Évaluation sensible de l'éclairage naturel des chambres.....	111
Figure 30 : La présence de différence de lumières entre les différents points.....	112
Figure 31 : La quantité d'éclairage naturel dans les chambres.....	112

Figure 32 : Les matériaux des murs des chambres.....	113
Figure 33 : Les matériaux des sols des chambres.....	114
Figure 34 : Nombre maximum d'utilisateurs	119
Figure 35 : Surface des pièces	120
Figure 36 : Surface de la pièce par résident.....	121
Figure 37 : Volume.....	121
Figure 38 : Étalement des pièces	122
Figure 39 : Compacité	122
Figure 40 : Les hauteurs des pièces	123
Figure 41 : Pourcentage de surface toujours visible.....	124
Figure 42 : Nombre d'angles d'où la pièce reste intégralement visible	125
Figure 43 : Nombre d'angles dans la pièce	125
Figure 44 : Perméabilité avec les pièces en contact	126
Figure 45 : Surface vitrée totale	127
Figure 46 : Pourcentage d'ouverture.....	127
Figure 47 : Évaluation experte éclairage naturel.....	128
Figure 48 : Présence de différences de lumières entre zones	128
Figure 49 : Nombre d'orientations.....	129
Figure 50 : Évaluation sensible éclairage artificiel, 3 = Très lumineux 2 = moyennement lumineux 1 = faiblement lumineux.....	131
Figure 51 : Saturation et obscurité des sols	133
Figure 52 : Obscurité des murs.....	133
Figure 53 : Saturation des murs.....	133
Figure 54 : Quantité de teintes.....	134
Figure 55 : Quantité de matériaux sur les murs.....	135
Figure 56 : Bruit de fond moyen	137
Figure 57 : Temps de réverbération moyen 250hz-10khz.....	137
Figure 58 : Date de création de l'établissement.....	140
Figure 59 : Relation entre les variables relatives à la hauteur des pièces.....	143
Figure 60 : Relation entre la surface, le périmètre et l'étalement de la pièce.....	144
Figure 61 : Relation entre la surface, la compacité et le volume des pièces	145
Figure 62 : Relation entre les variables relatives aux zones et nombre de cachettes.....	147
Figure 63 : Relation entre les variables relatives aux temps de réverbération	149
Figure 64 : Relation entre les variables relatives aux bruits de fond.....	151
Figure 65 : Exemple d'un graphique de corrélation	163
Figure 66 : Lecture des graphiques de l'analyse des corrélations canoniques	165
Figure 67 : Exemple d'un graphique « d'éboullis des corrélations »	166
Figure 68 : Détecter à partir des histogrammes les variables qui suivent une loi normale.....	169

Figure 69 : Détecter à partir des box-plot les variables qui suivent une loi normale	169
Figure 70 : Détecter à partir des QQ Plot si les variables sont normalement distribuées.	169
Figure 71 : Graphique de l'analyse des corrélations canoniques – le salon.....	174
Figure 72 : Graphique de l'analyse des corrélations canoniques – la salle à manger	176
Figure 73 : Graphique de l'analyse des corrélations canoniques – la salle manuelle	180
Figure 74 : Graphique de l'analyse des corrélations canoniques – la salle motrice.....	185
Figure 75 : Graphique de l'analyse des corrélations canoniques – la circulation	188
Figure 76 : La normalité des résidus D09 – salon.....	199
Figure 77 : La normalité des résidus D08 – salle à manger	201
Figure 78 : La normalité des résidus D02 – salle à manger	203
Figure 79 : La normalité des résidus D02 – salle motrice.....	205
Figure 80 : La normalité des résidus D09 – salle motrice.....	207
Figure 81 : La normalité des résidus D03 – salle manuelle	209
Figure 82 : La normalité des résidus D05 – salle manuelle	211
Figure 83 : La normalité des résidus D08 – salle manuelle	213
Figure 84 : La normalité des résidus D09 – circulations.....	217

Les tableaux :

Tableau 1 : Relations envisagées entre les paramètres architecturaux et les troubles autistiques.....	55
Tableau 2 : Résumé du protocole d'évaluation clinique	66
Tableau 3 : Résumé du protocole de caractérisation architecturale	90
Tableau 4 : Corrélations entre les huit variables relatives au temps de réverbération	94
Tableau 5 : Exemple de corrélation bi-sérielle.....	95
Tableau 6 : Exemple d'une matrice de proximité (Indice de Jaccard)	95
Tableau 7 : Exemple de relations de multi-colinéarité (exemple salle à manger).....	96
Tableau 8 : Le traitement des transitions.....	106
Tableau 9 : les couleurs dans les parcours	107
Tableau 10 : Couleurs des murs des circulations	109
Tableau 11 : Les couleurs.....	131
Tableau 12 : L'obscurité, saturation et les variations de couleurs des sols, plafonds et portes.....	132
Tableau 13 : L'obscurité, la saturation et les variations de teintes des murs	132
Tableau 14 : Les matériaux des salles à manger, salons et salles d'activités.....	135
Tableau 15 : quantité et typologie des systèmes de régulation thermique	136
Tableau 16 : Confort thermique l'été et l'hiver.....	136
Tableau 17 : Relations entre les mesures physiques et l'évaluation experte.....	141
Tableau 18 : Relations entre les mesures physiques de l'environnement sonore proche de l'établissement.....	141

Tableau 19 : Relations des variables relatives à la perméabilité de la pièce	146
Tableau 20 : Relations entre les variables relatives aux temps de réverbération	150
Tableau 21 : Relations des variables relatives aux bruits de fond	151
Tableau 22 : Relations des variables relatives à la quantité de vitrage.....	153
Tableau 23 : Relations entre les variables relatives à la clarté des murs	156
Tableau 24 : Relations entre les variables relatives à la saturation des murs	156
Le Tableau 25 résume les variables contrôlées à appliquer en fonction des domaines de l'EPOCAA.	
Tableau 25 : Les variables contrôlées et les domaines de l'EPOCAA.....	162
Tableau 26 : Exemple d'un test de normalité	167
Tableau 27 : Exemple du coefficient d'ajustement du modèle.....	171
Tableau 28 : Exemple d'un tableau d'analyse de la variance.....	171
Tableau 29 : Exemple d'un tableau Type <i>III Sum of Squares</i>	171
Tableau 30 : Analyse de redondance – le salon.....	173
Tableau 31 : Analyse de redondance – la salle à manger	176
Tableau 32 : Analyse de redondance – la salle manuelle	179
Tableau 33 : Le sens de variation des variables sélectionnées durant l'analyse canonique.....	183
Tableau 34 : Analyse de redondance – la salle motrice.....	184
Tableau 35 : Analyse de redondance – la circulation	187
Tableau 36 : Liste des variables cliniques qui contribuent le plus aux axes de l'ACC	191
Tableau 37 : Récapitulatif des résultats de l'analyse de redondance.....	192
Tableau 38 : Tableau récapitulatif des résultats de l'analyse canonique par pièce	193
Tableau 39 : Récapitulatifs des résultats de l'Analyse des Corrélations Canoniques toutes pièces confondues.....	196
Tableau 40 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D09 - Salon.....	199
Tableau 41 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D08 – Salle à manger	201
Tableau 42 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D02 – Salle à manger	203
Tableau 43 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D02 – Salle motrice	205
Tableau 44 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D09 – Salle motrice	207
Tableau 45 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D03 – Salle manuelle.....	209
Tableau 46 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D05 – Salle manuelle.....	211
Tableau 47 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D08 – Salle manuelle.....	213
Tableau 48 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D09 – Salle manuelle.....	215
Tableau 49 : Résultats du modèle de covariance pour le domaine clinique D09 – Circulation	217
Tableau 50 : Les résultats de l'ANCOVA et de la régression linéaire	219

BIBLIOGRAPHIE

AFNOR. (1998). Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction Partie 4 : mesurage in situ de l'isolement aux bruits aériens entre les pièces *Norme NF EN ISO 140-4* (n° S31-049-4) : AFNOR

AFNOR. (1998). Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction Partie 5 : mesurage in situ de la transmission des bruits aériens par les éléments de façade et les façades *Norme NF EN ISO 140-5* (n°S31-049-5) : AFNOR

AFNOR. (2010). Mesurage des paramètres acoustiques des salles Partie 2 : durée de réverbération des salles ordinaires *Norme NF EN ISO 3382-2* (n°S31-012-2) : AFNOR

AIME, F. (2012). *Prise en charge en institution de personnes autistes : de l'importance d'une conception architecturale pensée et adaptée – ébauche d'un cahier des charges de la construction*. Mémoire de Master, Lyon : Université Lyon 3.

ANESM. (2009). Élaboration rédaction et animation du projet d'établissement ou de service. Recommandations de bonnes pratiques professionnelles.

ANESM. (2009). Concilier vie en collectivité et personnalisation de l'accueil et de l'accompagnement, Recommandations de bonnes pratiques professionnelles.

ANESM. (2010). Pour un accompagnement de qualité des personnes avec autisme ou autres troubles envahissants du développement. Recommandations de bonnes pratiques professionnelles.

ASPERGER, H. (1944). Die Autistischen Psychopathen im Kindesalter. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 117, pp.76-136.

ASSEMBLEE GENERALE DES NATIONS UNIES (2006), Convention relative aux droits des personnes handicapées, adoptée le 13 décembre 2006 et entrée en vigueur le 3 mai 2008.

ASSEMBLEE GENERALE DES NATIONS UNIES (1975). Déclaration des droits des personnes handicapées, Résolution 3447 adoptée le 9 décembre 1975.

ASU (Stardust Center for Affordable Homes and the Family), et al. (2009). *Advancing Full Spectrum Housing: Designing for Adults with Autism Spectrum Disorders*. Arizona : ASU - Arizona State University.

AZEMA, B., et al. (2011). *L'habitat des personnes TED: du chez soi au vivre ensemble*, Etude réalisée pour la Direction Générale de la Cohésion Sociale, Paris : ANCREAI. [en ligne]. URL: http://www.autisme-france.fr/offres/file_inline_src/577/577_A_13630_1.pdf

BACHELARD, G. (2008). *La poétique de l'espace*, (9^{ème} édition). Paris : Quadrige.

BAIRD, G., et al., (2000). A Screening Instrument for Autism at 18 Months of Age: A 6-Year Follow-up Study. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 39(6), pp.694-702.

BAUM, A., et VALINS, S. (1977). *Architecture and Social Behavior : Psychological Studies of Social Density*, Université du Michigan : Erlbaum.

BEAVER, C. (2004). Breaking the mould. *The National Autistic Society*.

BEAVER, C. (2010). Autism-Friendly Environments. *Education & therapies*, pp.1-4.

BEAVER, C. (2006). *Designing environments for children and adults with autism spectrum disorder*. Paper presented to the International Conference on Autism, 22/08/2006, Cape Town.

BEAVER, C. (2011). Designing environments for children and adults on the autism spectrum. *Good Autism Practice (GAP)*, 12(1), pp.7-11.

BENEDETTI, F. et al. (2001). Morning sunlight reduces length of hospitalization in bipolar depression. *Journal of Affective Disorder*, 62 (3), pp.221-223.

BODART, M., et DENEYER, A. *Guide d'aide à l'interprétation et à l'amélioration des résultats des mesures sous les ciels et soleil artificiels*. Centre scientifique et Technique de la Construction.

BOGDASHINA, O. (2013). Sensory theory in autism makes sense: A brief review of the past and present research. *OA Autism*, 1(1).

BOUDON, P., (1971). *Sur l'espace architectural*. Paris, Dunod.

BOUDON, P. (1985). *Pessac de Le Corbusier*. Paris : Dunod [Édition originale 1969].

BOUDON, P., et al. (2001). *Enseigner la conception architecturale – cours d'architecturologie*, (2^{ème} édition). Paris : Edition de la Villette.

BOURGERON, T., et al. (2009). Les avancées de la génétiques, In les prises en charge de l'autisme, pratiques et recherches en France. *Pratiques en santé mentale*, pp.37-41.

BOURGUOIN, M., (2003). Normes architecturales : accessibilité, adaptabilité des bâtiments. In *Construire pour tous : éléments d'une réflexion*. Dix septièmes assises Justice Construction, Paris : Editions du CTNERHI, pp.51-68.

BOUVET, L. (2012). *Traitement musical dans les troubles du spectre autistique : Déficit du traitement global ou surfonctionnement des traitements perceptifs?* Thèse de doctorat en Sciences cognitives Psychologie et Neurocognition, Grenoble : Université de Grenoble.

BRAND, A. (2010). *Living in the Community : Housing Design for Adults with Autism*. Londres : Helen Hamlyn Centre, [en ligne], http://www.hhc.rca.ac.uk/CMS/files/1.Living_in_the_Community.pdf

BROFENBRENNER, U. (1979). *The ecology of human development – experiments by nature and design*. Cambridge : Harvard University Press.

BUTEN, H. (2003). *Il y a quelqu'un là-dedans : des autismes*. Paris : Odile Jacob.

CERTU. (2013). *Ville accessible à tous : ville accueillante et compréhensible? Vers une prise en compte des besoins liés aux handicaps mentaux, cognitifs et psychiques au profit de tous*. Actes de la journée d'échanges : 11^{ème} journée du réseau « ville accessible à tous », 28/09/13, Lyon, pp.1-12.

CERTU, CETE de l'Ouest (2003). *Mémento technique du bâtiment pour le chargé d'opérations de constructions publiques - le confort acoustique*. Ministère des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer et CERTU.

CERTU, CETE de Lyon (2003). *Mémento technique du bâtiment pour le chargé d'opérations de constructions publiques - confort thermique*. Ministère des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer et CERTU.

CHAKRABARTI, S., et FOMBONNE, E. (2001). Pervasive developmental disorders in preschool children. *Journal of the American Medical Association*, 285(24), pp.3093-3099.

CHARRAS, K. (2008). *Environnement et santé mentale : des conceptions psycho-environnementales de la maladie d'Alzheimer à la définition de paramètres environnementaux pour une prise en charge adaptée des personnes avec autisme*. Thèse de doctorat en psychologie environnementale, Paris : Université Paris V.

CHARTRE EUROPEENNE DES DROITS DES PERSONNES AUTISTES. (1992). Présentée lors du quatrième Congrès Autisme-Europe, La Haye : 10 mai 1992, adoptée sous forme de Déclaration écrite par le Parlement Européen le 9 mai 1996.

CHOMBART DE LAUWE, P-H. (1975). *Famille et habitation*, Tome 1 : Sciences humaines et conception de l'habitat, Paris : CNRS.

Code de la construction et de l'habitation, loi n° 2005-102, du 11 février 2005. Pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées.

COLMAN, R-S., et al. (1976). The effects of fluorescent and incandescent illumination upon repetitive behaviors in autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 6(2), pp.157-162.

COLOMBIER, J. et DOUBLET, F. (1785). *Instruction sur la manière de gouverner les insensés, de travailler à leur guérison dans les Asyles qui leur sont destinés*. Paris : Imprimerie Royale.

COURTEIX, S. (2009). Troubles envahissants du développement et rapports à l'espace. LAF-ENSAL, Lyon, inédit, 35 p. [en ligne], http://www.laf.archi.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=47%3Aated&catid=22%3A-fhum-sg-&Itemid=41&lang=fr

CRAPLET, M. (2001). L'institution psychiatrique, mise en scène architecturale des utopies sociales. *Psychiatrie Française*, 31(4).

CSST. (2004). *Confort thermique à l'intérieur d'un établissement*. Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec.

DAKIN, S., et FRITH, U. (2005). Vagaries of visual perception in autism. *Neuron*, 48(3), pp.497-507.

DEGUEN, S. (1998). Méthodes multivariées (1) : la régression linéaire multiple. *Jonh Libbey Eurotext*, 10(9) [en ligne]. URL: <http://www.jle.com/e-docs/00/03/D0/A7/article.phtml>

DOSDA, P. (2000). Cours de psychologie de l'habitat. Lyon : ENSAL.

DUPRAT, B. (1991). Problèmes et méthodes des classifications morphologiques. In Croizé J.C. et al., *Recherches sur la typologie et les types architecturaux*, L'Harmattan, Paris, pp.97-106.

DUPRAT, B. (1999). *Morphologie appliquée : l'analyse des conformations architecturales, ses problèmes, ses principes, ses méthodes*. Habilitation à diriger des recherches, Faculté de philosophie, Lyon : Université Jean Moulin Lyon III.

ESQUIROL, J-ED. (1817). *Des maisons d'aliénés*. Paris : imprimerie Royale.

EVANS, G.-W., et al. (2000). Housing quality and mental health. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68 (3), pp.526-530.

FASQUELLE, D., et al. (2010). Proposition de loi n° 2468 du 29 avril 2010 visant à faire de l'autisme la grande cause nationale en 2011, Assemblée Nationale de la République Française : enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 29 avril 2010.

- FERRARI, P. (2007). *L'autisme infantile*, (5^{ème} édition). Paris : Presses Universitaires de France, Que sais-je ?
- FISCHER, N.-G. (1997). *Psychologie sociale de l'environnement*. (2^{ème} édition). Toulouse: Dunod.
- FISCHER, N.-G., et DODELER, V. (2009). *Psychologie de la santé et environnement – Facteurs de risque et prévention*. Toulouse: Dunod.
- FLOWERS, T. (2002). *The color of autism: Methods to reach and educate children on the autism spectrum*. Arlington, TX: Future Horizons.
- FOMBONNE, E. (2009). Epidemiology of pervasive developmental disorders. *Pediatric research*, 65(6), pp.591-598.
- FOMBONNE, E. (2001). Is there an epidemic of autism? *Pediatrics*, 107(2), pp.411-412.
- FOUGEYROLLAS P., et ROBIN JP. (2011). Développement urbain inclusif – Perspectives conceptuelles et méthodologiques favorisant la qualité d'accès et l'amélioration de la qualité de participation sociale. *Actes des Journées Nationales des services pour les personnes adultes handicapées : L'habitat, enjeu de la participation sociale des personnes en situation de handicap*, 20-21/10/2011, Metz.
- FRITH, U. (1992). *L'énigme de l'autisme*, (2^{ème} édition). Paris: Odile Jacob.
- GARBOR, J.-Y., et al. (2003). Contribution of the intensive care unit environment to sleep disruption in mechanically ventilated patients and healthy subjects. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 167(5), pp.708-715.
- GEORGIEFF, N. (2008). *Qu'est-ce que l'autisme*. Paris: Dunod.
- GONZALEZ, I. (2008). CCA: An R Package to Extend Canonical Correlation Analysis. *Journal of Statistical Software*. 23(12), [en ligne]. URL: <http://www.jstatsoft.org/>
- GONZALEZ, I. (2007). *Analyse Canonique Régularisée pour des données fortement multidimensionnelles*. Thèse de doctorat en mathématiques – spécialité statistiques, Toulouse : Université Paul Sabatier Toulouse III.
- GOYEAU, F. (2008). *Architecture et Autisme*. Mémoire du DIU Autisme. Toulouse : Université Paul Sabatier Toulouse III.
- GRANDIN, T. (1996). My Experiences with Visual Thinking Sensory Problems and Communications Difficulties. *Center for The Study of Autism*.

- GRANDIN, T. (1992). Calming Effects of Deep Touch Pressure in Patients with Autistic Disorder, College Students, and Animals. *Journal of Child And Adolescent Psychopharmacology*, 2(1), pp.63-72.
- GRANDIN, T. (1994). *Ma vie d'autiste*. Paris: Odile Jacob.
- HAMAYON, L. (2010). *Comprendre simplement l'acoustique des bâtiments*. (2^{ème} édition). Paris : Le moniteur.
- HANBURY, M. (2005). *Educating pupils with autistic spectrum disorders: A practical guide*. London: Paul Chapman.
- HAPPE, F. et al. (2006). Time to give up a single on a single explanation for autism. *Nature Neuroscience*, 9, pp.1218-1220.
- HASSAN, M., et QIAN, S. (2010). Biostatistics 2 : Advanced Concepts. In *Mayo Clinic Preventive Medicine and Public Health Board Review*, Prathibha Varkey, pp.13-32.
- HAUTE AUTORITE DE LA SANTE. (2010). *Autisme et autres troubles envahissants du développement - État des connaissances hors mécanismes physiopathologiques, psychopathologiques et recherche fondamentale*.
- HEERWAGEN, J-H. et ORIAN, G. (1986). Adaptation to Windowlessness : A Study of the Use of Visual Decor in Windowed and Windowless Offices. *Environment and Behavior*, 18, pp.673-689.
- HEIDEGGER, M. (1958). *Essais et conférences*. Paris : Gallimard.
- HENRIKSEN, K., et KAUP, M-L. (2010). Supportive Learning Environments for Children with Autism Spectrum Disorders. *Undergraduate Research Journal for the Human Sciences*, 9, [en ligne]. URL: <http://www.kon.org/urc/v9/henriksen.html>.
- HEROUARD, F. (2004). Habiter, Être, bien-être : éléments de méthode pour une investigation auprès des habitants. *Acte du colloque international : Peut-on prétendre à des espaces de qualité et de bien-être?* Angers, Septembre 2004, pp.67-71.
- HOCHMANN, J. (2008). *Histoire de l'autisme : de l'enfant sauvage aux troubles envahissants du développement*. Paris: Odile Jacob.
- HOUZEL, D. (2006). L'enfant autiste et ses espaces. *Enfances & Psy*, 33, pp.57-68.
- HUET, B. (2008). Les enjeux de la critique. In *La critique architecturale- questions, frontières, dessin*, Paris : La Villette, pp.76-85.

HUMPHREYS, S. (2008). Architecture et Autisme, *Autisme Europe*, pp.9-13. [en ligne]. URL: <http://www.autismeurope.org/files/files/link-autism-55-fr.pdf>

HUMPHREYS, S. (2005). Autism and Architecture. *Autism London Bulletin*, Londres.

JACOMET, F. (2003). Avant-propos. In *Construire pour tous : éléments d'une réflexion*. Dix septièmes assises Justice Construction, Paris : Editions du CTNERHI, pp.9-11.

KANNER, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact, *Nervous Child*, 2, pp.217-230.

KENNETH TANNER, C. (2009). Effects of school design on student outcomes. *Journal of educational administration*, 47(3), pp.381-399.

KHARE, R., et MULLICK, A. (2008). Educational Spaces for Children with Autism; Design Development Process. *Paper presented at the In CIB W 084 Building Comfortable and Liveable Environments for All-International Meeting*, Atlanta, USA.

KHARE, R., & MULLICK, A. (2009). Incorporating the Behavioral Dimension in Designing Inclusive Learning Environment for Autism. *ArchNet-IJAR : International Journal of Architectural Research*, 3(3), pp.45-64.

LAWTON, P., et NAHEMOW, L. (1973). Ecology and the aging process. In Eisdorfer C. et LAWTON P. (Eds), *The psychology of adult development and aging*, Washington, DC : American Psychological Association pp.619-674.

LEEKAM, S.-R., et al. (2007). Describing the Sensory Abnormalities of Children and Adults with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorder*, 37, pp.894-910.

LEOTHAUD, I. (2006). *Ambiances architecturales et comportements psychomoteurs*. Thèse de Doctorat en science pour l'ingénieur - spécialité : architecture, Nantes : École polytechnique de l'Université de Nantes.

LEVY-LEBOYER, C. (1980). *Psychologie et environnement*. Paris : Presses Universitaires de France.

LOI CHOSSY. (1996). Loi n° 96-1076 du 11 décembre 1996 modifiant la loi n° 75-535 du 30 juin 1975 relative aux institutions sociales et médico-sociales et tendant à assurer une prise en charge adaptée de l'autisme.

LONGUEPEE L. (À paraître). *Titre à définir*. Thèse de doctorat en psychologie clinique, Chambéry : Université de savoie.

MACKENZIE, H. (2008). *Reaching and teaching the child with autism spectrum disorder: Using learning preferences and strengths*. London: Jessica Kingsley.

MARCAGGI, G. et al. (2010). La mémoire dans l'autisme: 40 ans après. *Revue de neuropsychologie, neurosciences cognitives et cliniques*, 2(4), pp.310-319.

MARCHAND, D., et WEISS, K. (2009). Représentations sociales du confort dans le train : vers une conceptualisation de la notion de confort social. *Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale*, 84, pp.107-124.

MARMONT, T., et DESWAENE, B. (2009). *Les personnes autistes et atteintes de TED dans les établissements et services sanitaires et médico-sociaux de Champagne-Ardenne – Offre institutionnelle d'accompagnement et recensement de la population*, Les échos, Centre Régional d'Études et d'Actions en faveur des personnes Handicapées et Inadaptées «Champagne Ardenne».

MARTIN-HERNANDEZ, M-J.(2009). Vers une théorie et une critique de l'architecture. In *La critique en temps et lieux*, Cahier de la recherche architecturale Urbaine et paysagère, 24/25, pp.99-111.

MARTIN-HOUSSART, G., et RIZK, C. (2002). *Mesurer la qualité de vie dans les grandes agglomérations*, INSEE Première.

MASSIAS-ZEDER, A., et al. (2014). Autisme, sensorialité et aménagement de l'espace. Communication affichée, *Journées Nationales des Centres de Ressources Autisme : Explorer pour mieux comprendre, soigner et accompagner*, Tours : 10-11/04/2014.

MAUDINET, M., (2003). Non-discrimination et autonomie des personnes en situation de handicap. In *Construire pour tous : éléments d'une réflexion*. Dix septièmes assises Justice Construction, Paris : Editions du CTNERHI, pp.23-29.

MAZET, P., et al. (2000). Autisme infantile et psychoses précoces de l'enfant. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale*, Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier, Paris : Psychiatrie, pp.37-201-G-10.

MCALLISTER, K. (2010). The ASD-friendly classroom: design complexity, challenge and characteristics. *DRS2010 Conference*, Montreal (Canada), 7-9 /07/2010.

MCALLISTER, K., et MAGUIRE, B. (2012). Design Considerations for the Autism Spectrum Disorder-Friendly Key Stage 1 Classroom. *British Journal of Learning Support*, 27(3), pp.103-112.

MELTZER, D., et al. (2002). *Explorations dans le monde de l'autisme*. Payot et Rivages.

MEYERS-LEVY, J., et ZHU, R. (2007). The influence of ceiling height : the effect of priming on the type of processing that people use. *Journal of Consumer Research*, 34, pp.174-186.

MILGRAM, S. (1970). The Experience of Living in Cities. *Science*, 167, pp.1467-1468.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SOLIDARITÉS, MINISTÈRE DÉLÉGUÉ À LA SÉCURITÉ SOCIALE, AUX PERSONNES ÂGÉES, AUX PERSONNES HANDICAPÉES ET À LA FAMILLE, (2006). Définition de l'accessibilité une démarche interministérielle. Paris : Editions Sicom, p.66.

MINISTERE DE L'EMPLOI DE LA COHÉSION SOCIALE ET DU LOGEMENT. (2007). *Diagnostic de performance énergétique – Guide à l'usage du diagnostiqueur*.

MINISTERE DES AFFAIRES SOCIALES. (2013). Plan autisme 2013-2017, Présenté le 2 mai 2013 par M-A CARLOTTI, Troisième plan autisme.

MINISTÈRE DES SOLIDARITES ET DE LA COHESION SOCIALE. (2008). Plan autisme 2008-2010, Présenté le 16 mai 2008 par V. LETARD et R. BACHELOT, *Construire une nouvelle étape de la politique des troubles envahissants*.

MINISTERE DU LOGEMENT. (2009). *Diagnostic de performance énergétique - Guide d'inspection sur site*.

MOCH, A. (1985). *La Sourde Oreille : grandir dans le bruit*. Toulouse :Privat.

MORVAL, J. (2007). *La psychologie environnementale*. Les presses de l'université de Montréal : paramètres.

MORVAL, J. (1981). *Introduction à la psychologie de l'environnement*, Bruxelles : Pierre Mardaga Editeur.

MOSER, G., et WEISS, K. (2003). *Espace de vie : aspects de la relation homme environnement*. Paris: Armand Collin.

MOSER, G. (2009). *Psychologie environnementale - Les relations homme-environnement*, Bruxelles : Editions De Boeck Université.

MOSTAFA, M. (2008). An architecture for autism: Concepts of design intervention for the autistic user. *ArchNet-IJAR : International Journal of Architectural Research*, 2(1), pp.189-211.

MOSTAFA, M. (2010). Housing Adaptation for Adults with Autistic Spectrum Disorder. *Open House International*, 35(1), pp.37-48.

MOTTRON, L., et al. (2006). Enhanced perceptual functioning in autism: an update, and eight principles of autistic perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), pp.27-43.

MOURET, J-R., et VALLET, M. (1992). *Les effets du bruit sur la santé*, Centre d'information et de documentation sur le bruit, Ministère de la santé et de l'action humanitaire.

MYLER, P-A., et al. (2005). Special ed that's even more special: Designing schools for autistic students. In E. T. Merritt, J. A. Beaudin, C.R. Cassidy & P.A. Myler (Eds.), *Magnet and specialized schools of the future: A focus on change*, pp. 99-105.

MYLER, P., et al. (2003). Eliminating distractions. *American school & university*, pp.1-4.

OSMOND, H. (1959). The Relationship between Architect and Psychiatrist, in GOSHEN, C. *Psychiatric Architecture*, Washington DC, American Psychiatric Association.

PARON-WILDES, A-J. (2014). *Interior design for Autism – from Birth to Early Childhood*. John Wiley and Sons, New Jersey,1.

PARON-WILDES, A-J. (2014). *Interior design for Autism – from Childhood to Adolescence*. John Wiley and Sons, New Jersey,2.

PARON-WILDES, A-J. (2014). *Interior design for Autism – from Adulthood to Geriatrics*. John Wiley and Sons, New Jersey,3.

PEROCHEAU, N. (2007). *Architecture et Autisme, ou projet architectural et projet de soin*. Mémoire de Master 2, Toulouse : Université de Toulouse Le Mirail.

PEZEU-MASSABUAU, J. (2002). *Du confort au bien-être la dimension intérieure*. Paris : L'harmattan.

PORNIN, S., et PEETERS, C. (2009). *Psychologie environnementale, Design et Bien être*. Millénaire le Centre Ressources Prospectives du Grand Lyon [en ligne]. URL: http://www.millenaire3.com/uploads/tx_reesm3/Pornin__Peeters__2009.pdf

PORNIN, S. (2005). *Création et développement d'un outil d'évaluation de la qualité d'usage des résidences pour personnes âgées*. Mémoire de Master professionnel de psychologie environnementale, Paris : Université René Descartes Paris V Institut de psychologie.

PROSHANSKY, H-M., et al. (1970). *Environmental Psychology : Man and His Physical Setting*. New York : Holt, Rinehart & Winston.

QUENTIN, B. (2011). D'une intimité de coquillage à l'extériorité sans peur. Actes des Journées Nationales des services pour les personnes adultes handicapées : *L'habitat, enjeu de la participation sociale des personnes en situation de handicap*, 20-21/10/2011, Metz.

RAKOTOMALALA, R. (2012). Analyse de corrélation – Étude des dépendances – Variables quantitatives, Université Lyon 2, Version 1.0.

- RIEMERSMA-VAN DER LEK, R., et al. (2008). Effect of bright light and melatonin on cognitive and noncognitive function in elderly residents of group care facilities – A randomized controlled trial. *American Medical Association - JAMA*, 299(22), pp.2642-2655.
- ROULET, C-A. (2008). *Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments* (2 ed.), Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- SADOUN, P. (2006). Réflexions sur l'architecture des établissements *Revue Sésame, octobre 2006*, (160), pp.13-15.
- SAMSON, F. (2010). *Bases cérébrales de la perception auditive simple et complexe dans l'autisme*. Thèse de doctorat département de sciences biomédicales, Montréal : Département de sciences biomédicales - Faculté de Médecine Université de Montréal.
- SANCHEZ, J. (1989). *L'accessibilité support concret et symbolique de l'intégration : apports et développement*. CTNERHI (Centre Technique National d'Études et de Recherches sur les Handicaps et les Inadaptations).
- SANCHEZ, P., et al. (2011). Autism and the built environment. In T. Williams (Ed.), *Autism spectrum disorders – from genes to environment*. Croatie : In Tech, pp.363-380.
- SCHNEIDER, T., et al. (2006). Environmental enrichment reverses behavioral alterations in rats prenatally exposed to valproic acid : issues for a therapeutic approach in autism. *Neuropsychopharmacology*, 31, pp.36-46.
- SCHWEITZER, M., et al.(2004). Healing Spaces: Elements of Environmental Design That Make an Impact on Health. *The journal of alternative and complementary medicin*, 10, pp. 71-83.
- SCOTT, I. (2009). Designing learning spaces for children on the autism spectrum. *Good Autism Practice (GAP)*, 10(1), pp.36-51.
- SCOTT, I. (2011). Analysis of a project to design the ideal classroom undertaken by a group of children on the autism spectrum and students of architecture. *Good Autism Practice (GAP)*, 12(1), pp.13-25.
- SEGAUD, M. (2010). *Anthropologie de l'espace, habiter, fonder, distribuer, transformer*. (2^{ème} édition). Paris : Armand Colin, 2010.
- SERFATY-GARZON, P. (2003). Le Chez soi : habitat et intimité. In *dictionnaire critique de l'habitat et du logement*, sous la direction de M. Segaud et al., Armand Colin, [en ligne]. URL: <http://www.perlaserfaty.net/texte7.htm>
- SHABHA, G., et GAINES, K. (2011). Therapeutically enhanced School Design for Pupils with Autism Spectrum Disorders (ASD): a Comparative Study of the United States and

United Kingdom. *Conference proceedings: Make no little plans - Environmental Design Research Association*, Chicago, 25–28/05/2011.

SHERROD, D-R. et DOWNS, R. (1974). Environmental determinants of altruism : The effects of stimulus overload and perceived control on helping, *Journal of Experimental Social Psychology*, (10), pp. 468-479.

SIEGEL, B. (2003). Helping children with autism learn: Treatment approaches for parents and professionals. *New York: Oxford University Press*.

SIVADON, P. (1965). L'espace vécu. Incidences thérapeutiques. In *évolutions psychiatrique*, 30.

TAMMET, D. (2007). *Je suis né un jour bleu : à l'intérieur du cerveau extraordinaire d'un savant autiste*. Paris: Les Arènes.

TENON, J-R. (1788). *Mémoires sur les hôpitaux de Paris*. Paris : imprimerie royale.

TOMASSONE, R. et al. (1993). *Biométrie : Modélisation de phénomènes biologiques*. Paris : Dunod.

TORJMAN, S., et CHARRAS, K. (2007). Évolution de la nosographie et des perspectives de prise en charge de l'autisme : vers une approche environnementale. *Neuropsychy News*, 6(1), pp. 15-20.

ULI (Urban Land Institute Arizona), SARRC (Southwest Autism Research), et al. (2009). *Opening Doors: A Discussion of Residential Options for Adults Living with Autism and Related Disorders*. 98p. [en ligne]. URL: http://www.autismcenter.org/documents/openingdoors_print_042610_001.pdf

ULRICH, R-S. (1991). Effects of interior design on wellness : theory and recent scientific research. *Journal of healthcare interior design*, pp.97-109.

ULRICH, R-S. (2002). Health Benefits of Gardens in Hospitals. *Paper presented at Plants for People*, International Exhibition, Floride.

VALERI, G., et SPERANZA, M. (2009). Modèles neuropsychologiques dans l'autisme et les troubles envahissants du développement. *Développements*,(1), pp.35-48.

VOGEL, C. (for publication in the May/June 2008). Classroom Design for Living & Learning with Autism. *Autism Aspergers Digest*, pp. 01-07.

WALCH, J-M. et al., (2005). The effect of sunlight on post-operative analgesic medication usage : A prospective study of spinal surgery patients. *Psychosomatic Médecine*, 67, pp.156-163.

WALL, K. (2004). Autism and early years practice: A guide for early years professionals, teachers and parents. London: Paul Chapman.

WELLS, N.-M. (2000). At home with nature: effects of "greenness" on children's cognitive functioning. *Environment and Behavior*, 32 (6), pp.775-795.

WHITEHURST, T. (2006). The impact of building design on children with autistic spectrum disorders. *Good Autism Practice (GAP)*, 7 (1), pp.31-38.

WHITEHURST, T. (2007). Evaluation of Features specific to an ASD Designed Living Accommodation. *R. D. Officer*, Technical report: Sunfield Research Institute, pp.1-12.

WING, L. et BURGOINE, E. (1983). Identical triplets with Asperger's Syndrome, *British Journal of Psychiatry*, 143, pp.261-265.

WOODCOCK, A., et al. (2006). Designing a Tailorable Environment for Children with Autism Spectrum Disorders. *The Design Institute, Coventry School of Art and Design*. [en ligne]. URL: <http://www.iea.cc/ECEE/pdfs/art0228.pdf>

ZEISEL, J. (2000). Environmental design effects on Alzheimer symptoms in long-term care residences. *World Hospitals and Health Services*, 36 (3).

ZEISEL, J., et al. (1994). Best practices : An environment-behavior (E-B) model for Alzheimer special care units. *American Journal of Alzheimer's Care and Related Disorders and Research*.

Logiciels et matériel de relevé

ADDINSOFT, "XLSTAT," 2009. Module ADA

Langage R package CCA et package CCP

Sonomètre Bruel & Kjaer type 2250

ANNEXES

Annexe 1 : Liste des variables architecturales

Variables globales

	Variables modales (non ordonnées)
	Variables modales (ordonnées)
	Variables binaires
	Variables quantitatives

VARIABLES GLOBALES		
Variables informatives	Nom de l'architecte	
	Lieu d'implantation	
	Gestionnaire	
	Type de gestion	1= Foyer d'Accueil Médicalisé, 0 = Maison d'Accueil Spécialisée
Variables contexte	Fonction de l'établissement avant réhabilitation	2 = Établissement qui a toujours accueilli des personnes autistes 1 = Habitat ou structure d'hébergement collectif 0= Structure tertiaire ou secondaire - équipement
	Période de création de la partie hébergement	
	Période de création de la partie activité	
	Date de la dernière réhabilitation de la partie activité	
	Date de la dernière réhabilitation de la partie hébergement	
	Établissement neuf ou réhabilité	2 = Établissement entièrement neuf / 1 = Établissement réhabilité avec des extensions neuves / 0 = Établissement entièrement réhabilité
	Relief proche	2 = terrain accidenté, implantation adossée pente / 1 = terrain accidenté – implantation sur du plat / 0 = terrain plat
	Environnement construit et mitoyenneté	2 = Construction indépendante / 1 = Construction mitoyenne sur 1 côté / 0 = Construction mitoyenne sur 2 côtés
	Environnement visible	4 = tissu résidentiel (bâti) / 3 = tissu paysager (parc, montagnes...) / 2 = tissu mixte paysager – résidentiel / 1= tissu mixte tertiaire secondaire - résidentiel
	Environnement sonore (expert)	3 = Environnement bruyant / 2 = Environnement plutôt bruyant / 1 = Environnement relativement calme / 0 = Environnement très calme
	Bruit de fond moyen environnement extérieur	
	Bruit de fond maximum environnement extérieur	
	Bruit de fond minimum environnement extérieur	
	Bruit de fond écart type environnement extérieur	
	Bruit de fond [fréquences de 12.5Hz à k20Hz](moyenne des différentes positions)	
	Bruit de fond [fréquences de 12.5Hz à k20Hz] (écart type des différentes positions)	

VARIABLES GLOBALES		
Organisation et structuration de l'unité d'hébergement et de l'établissement	Nombre de partie d'hébergement	
	Ressemblance des unités entre elles	2 = Unités homomorphes / 1 = Unités proches / 0 = Unités différentes
	Présence d'unité clairement définie	
	Liaison des unités entre elles	
	Est-ce que les résidents ont accès librement à d'autres unités	
	Présence d'un jardin potager accessible aux résidents	
	Présence d'un jardin thérapeutique accessible aux résidents	
	Nombre de lieux d'activités hors unité	
	Nombre de lieux d'activités dans l'unité qui sont utilisés exclusivement pour des activités	
	Présence de lieux d'activités dans l'unité qui sont utilisés pour d'autres usages (salle à manger, réunion...)	
	Présence d'espace Snoezelen	2 = au sein de l'unité/ 1 = en dehors unité/ 0 = absence
	Présence de salle d'apaisement	2 = au sein de l'unité/ 1 = en dehors unité/ 0 = absence
	Présence d'espaces extérieurs accessibles librement	
	Nombre de chambres desservies par le même accès	
	Nombre de personnes accueillies dans l'unité	
	Nombre de niveaux dans le bâtiment	
	Nombre de niveaux accessibles aux résidents dans la partie hébergement	
	Système de ventilation	3 = Ventilation naturelle/2 = simple flux/ 1 = double flux
	Système de chauffage	2 = Centralisé/ 1 = divisé
	Énergie de chauffage	2 = Électricité/1 = Autre.
Surfaces et espaces accessibles	Surface intérieure accessible librement de l'unité	
	Surface totale hors unité dédiée aux activités encadrées	
	Surface totale de l'unité exclusivement dédiée aux activités encadrées	
	Surface de jardin accessible librement	
	Surface totale de jardin	
Repérage, lisibilité, prévisibilité	Structuration des temps de repas	Un seul lieu avec différents usages sans sous division/Un seul lieu avec différents usages et des sous divisions/Un lieu associé à chaque usage
	Présence de code de couleur pour distinguer les unités	
	Présence de code de couleur pour les portes de la partie hébergement	
	Présence de code de couleur pour les portes de la partie activité	
	Transition entre le salon et la salle à manger	2 = Séparées / 1 = Séparées en communication directe (accolé) /3 = confondues
	Transition entre le salon et la salle d'activités manuelles	2 = Séparées / 1 = Séparées en communication directe (accolé) /3 = confondues
	Transition entre le salon et la salle d'activités motrices	2 = Séparées / 1 = Séparées en communication directe (accolé) /3 = confondues
	Transition entre le salon, la salle à manger, les salles d'activités et l'extérieur	2= balcon couvert/découvert, 1= terrasse couverte/découverte, 0= absence d'accès sur l'extérieur

Variables locales

SANITAIRES		
Forme, fréquence	Sanitaire collectif ou individuel	2 = Collectif / 1 = Individuel
	Nombre d'utilisateurs potentiels	
	Présence de WC dans les chambres	2 = Présence de sanitaires intégrés dans la SDB / 1 = Présence séparés / 0 = Absence
Dimension	Surface du WC (m2)	
	Hauteur minimum (m)	
	Hauteur maximum (m)	
Éclairage	Présence d'éclairage naturel	
	Luminosité de l'éclairage artificiel (évaluation experte)	3 = Très lumineux / 2 = moyennement lumineux / 1 = faiblement lumineux
	Présence d'éclairage sur cellule	
	Présence de fluocompact	
	Présence de tube fluo	
	Quantité de luminaire au plafond	
	Quantité de luminaire au mur	
	Type d'éclairage	
Colorimétrie et motifs	Utilisation plusieurs couleurs (mur, sol, plafond, porte),	3 = fréquente / 2 = ponctuelle / 1 = une couleur
	Différence de traitement d'une zone à l'autre (mur, sol, plafond, porte),	1 = présence / 0 = absence
	Différence entre la porte et le mur directement adjacent	
	Présence de rouge (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de beige (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de jaune (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de vert (mur, sol, plafond, porte),	
	présence de bleu (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de violet (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de rose (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence d'orange (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de marron (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de gris (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de blanc (mur, sol, plafond, porte),	
	Obscurité maximum (mur, sol, plafond, porte),	
	Obscurité minimum (mur, sol, plafond, porte),	
	Différence entre l'obscurité maximum et minimum (mur, sol, plafond, porte),	
	saturation maximum (mur, sol, plafond, porte),	
	saturation minimum (mur, sol, plafond, porte),	
	Différence entre la saturation maximum et minimum (mur, sol, plafond, porte),	
Utilisation de motifs (mur, sol, porte),	4 = abstraits répétitifs / 3 = abstraits non répétitifs / 2 = figuratifs répétitifs / 1 = figuratifs non répétitifs / 0 = Absence	
Matériaux Solidité et résistance	Présence de tapisserie	
	Présence de revêtement plastifié pour les murs	
	Présence de murs peints avec de la toile de verre	
	Présence de murs peints sans toile de verre	
	Présence de carrelage au mur	
	Présence de carrelage au sol	
	Présence de sol souple	
	Présence de faux plafond démontable	
	Relief (mur, sol, porte),	3 =Lisse/2 =Un peu rugueux/1 = Rugueux
	Présence de tuyauterie apparente	
	Présence de chasse d'eau encastrée	

VARIABLES RELATIVES AUX SALLES DE BAINS		
Forme, fréquence	SDB collective ou individuelle	2 = Collective/1 = Individuelle
	Présence de salle de bain dans les chambres	2 = Présence de SDB comprenant douche et lavabo /1 = Présence seulement d'un point d'eau / 0 = Absence
	Présence de WC dans la SDB	1 = présence / 0 = absence
Dimensions	Nombre d'utilisateurs pouvant fréquenter une même SDB	
	Surface	
	Hauteur minimum	
Éclairage	Hauteur maximum	
	Présence d'éclairage naturel	1 = présence / 0 = absence
	Luminosité de l'éclairage artificiel (évaluation experte)	3 = Très lumineux / 2 = moyennement lumineux / 1 = faiblement lumineux
	Présence d'éclairage sur cellule	1 = présence / 0 = absence
	Présence d'éclairage fluocompact	1 = présence / 0 = absence
	Présence de tubes fluorescents	1 = présence / 0 = absence
	Quantité de luminaire au plafond	
	Quantité de luminaire au mur	
Colorimétrie et motifs	Type d'éclairage	
	Utilisation de plusieurs couleurs (mur, sol, plafond, porte),	3=fréquente/2= ponctuelle/1 =une couleur
	Différence de traitement d'une zone à l'autre (mur, sol, plafond, porte),	
	Différence entre la porte et le mur qui lui est adjacent	
	Présence de rouge (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de beige (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de jaune (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de vert (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de bleu (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de violet (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de rose (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence d'orange (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de gris (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de blanc (mur, sol, plafond, porte),	
	Obscurité maximum (mur, sol, plafond, porte),	
	Obscurité minimum (mur, sol, plafond, porte),	
	Différence entre obscurité maximum et minimum (mur, sol, plafond, porte),	
	saturation maximum (mur, sol, plafond, porte),	
	saturation minimum (mur, sol, plafond, porte),	
	Différence entre saturation maximum et minimum (mur, sol, plafond, porte),	
	Utilisation de motifs (mur, sol, porte),	4 = motifs abstraits répétitifs / 3 = motifs abstraits non répétitifs / 2 = motifs figuratifs répétitifs / 1 = motifs figuratifs non répétitifs / 0 = Absence de motifs
	Présence de tapisserie	
	Présence de revêtement plastifié pour les murs	
	Présence de murs peints avec toile de verre	
	Présence de murs peints sans toile de verre	
	Présence de carrelage au mur	
Présence de carrelage au sol		
Présence de sol souple		
Présence de faux plafond démontable		
Relief (mur, sol, porte),	3 =Lisse/2 =Un peu rugueux/1 = Rugueux	
Tuyauterie apparente	2 = Présence	
Matériaux Solidité et résistance		

VARIABLES RELATIVES À LA CIRCULATION DE L'HEBERGEMENT		
Fréquence d'utilisation, dimensions morphologie	Nombre d'heures de fréquentation par semaine par résidents	
	Surface de circulation confondue avec une pièce (m ²)	
	Surface totale de la circulation (m ²)	
	Présence d'une circulation répartie sur deux ou plusieurs niveaux	
	Surface de circulation /hall commun à toutes les unités	
	Typologie de circulation	1 = linéaire / =boucle/3 = ramifié
	Hauteur minimum sous plafond (m)	
	Hauteur maximum sous plafond (m)	
	Différence entre hauteur maximum et la hauteur minimum (m)	
	Présence de murs courbes	2 = Très présent / 1 = Moyennement présent / 0 = Absent
Éclairage naturel et artificiel	Différence de lumière entre zone	2 = Grande différence /1 = Un peu de différence/ 0 = Absence
	Surface de percement zénithal (m ²)	
	Surface de percement latéral (m ²)	
	Surface vitrée par m ²	
	Présence de lumière sur détection	
	Présence d'halogène	
	Présence d'éclairage fluo compact	
	Présence de lumière incandescente	
	Présence de tubes fluorescents	
	Présence d'éclairage en applique - Présence de suspensions	
	Quantité de luminaire au plafond et Quantité de luminaire au mur	
	Colorimétrie et motifs	Présence de rouge (mur, sol, plafond, porte),
		Présence d'orange (mur, sol, plafond, porte),
		Présence de marron (mur, sol, plafond, porte),
		Présence de beige (mur, sol, plafond, porte),
		Présence de jaune (mur, sol, plafond, porte),
		Présence de vert (mur, sol, plafond, porte),
Présence de bleu (mur, sol, plafond, porte),		
Présence de violet (mur, sol, plafond, porte),		
Présence de rose (mur, sol, plafond, porte),		
Présence de gris ou noir (mur, sol, plafond, porte),		
Présence de blanc (mur, sol, plafond, porte),		
Différence de teinte d'une zone à l'autre (mur, sol, plafond, porte),		
Obscurité maximum (mur, sol, plafond, porte),		
Obscurité minimum (mur, sol, plafond, porte),		
Différence entre l'obscurité maximum et minimum (mur, sol, plafond, porte),		
saturation maximum (mur, sol, plafond, porte),		
saturation minimum (mur, sol, plafond, porte),		
Différence entre la saturation maximum et minimum (mur, sol, plafond, porte),		
Présence de motifs isolés ou non (mur, sol, porte),		
Utilisation de motifs (mur, sol, plafond, porte),	4=abstrait répétitifs/3=abstrait non répétitifs /2=figuratifs répétitifs/1=figuratifs non répétitifs /0= Absence	
Quantité de teintes utilisées (mur, sol, plafond, porte)		
Utilisation de plusieurs couleurs (mur, sol, plafond, porte),	3 =fréquente/2=ponctuell /1 = une couleur	
Matériaux	Présence de tapisserie	
	Présence de carrelage (murs, sol)	
	Présence de boiserie	
	Présence de mur en béton apparent	
	Présence de murs crépis	
	Présence de murs peints avec de la toile de verre - Présence de murs peints sans toile de verre	
	Présence de parquet	
	Présence de sol en pierre ou en béton	
	Présence de sol souple	
	Présence de revêtement plastifié pour les murs	
	Présence de plafond démontable - Présence de plafond non démontable	
	Utilisation de plusieurs matériaux (mur, sol, plafond, porte),	
	Quantité de matériaux utilisés (mur, sol, plafond, porte),	

VARIABLES RELATIVES AUX CHAMBRES		
Forme, fréquence d'utilisation	Nombre d'heures de fréquentation dans une semaine	
	Présence de badge ou clef pour les portes des chambres	
	Chambre individuelle	
Dimensions et morphologie	Surface totale de la pièce (m ²)	
	Surface de la partie chambre (sans les placards et les SDB) (m ²)	
	Surface de la partie salle de bain (m ²)	
	Hauteur minimum sous plafond (m)	
	Hauteur maximum sous plafond (m)	
	Périmètre (m)	
	Volume de la pièce (m ³)	
	Mesure de l'étalement	
	Quantité d'angles rentrants	
	Quantité d'angles sortants	
	Présence de murs courbes	2 = Très présent / 1 = Moyennement présent / 0 = Absent
	Traitement du plafond	4 = surface horizontale / 3 = surface horizontale + pente / 2 = voute / 1 = pente
	linéarité du plafond	1 = lisse / 2= accidenté décroché (poutre, caisson...)
	Évaluation experte éclairage naturel	3 = Très lumineux / 2 = moyennement lumineux / 1 = faiblement lumineux
	Présence de différence de lumière entre zone (naturelle)	2 = Grande différence / 1 = Un peu de différence / 0 = Absence de différence
	Orientation des ouvertures	2 = Poly orientées/= Mono orientées
	Surface de percement au nord (m ²)	
	Surface de percement au sud (m ²)	
	Surface de percement à l'est (m ²)	
	Surface de percement à l'ouest (m ²)	
	Surface vitrée totale (m ²)	
	Surface vitrée par m ³	
	Surface vitrée par m ²	
	Pourcentage d'ouverture (%)	
	Présence de masques lointains	
	Présence de contrôles fixes	
	Présence de contrôles mobiles	
	Nombre d'accès dans la pièce sur l'extérieur	
Allège	3 = présence d'allège pleines et vitrées / 2 = Présence d'allèges pleines uniquement / 1 = Présence allèges vitrées uniquement / 0 = Absence d'allège	
Présence de vitrage jusqu'au sol		
Luminosité éclairage artificiel (évaluation experte)	3 = Très lumineux / 2 = moyennement lumineux / 1 = faiblement lumineux	
Présence de système ajustement de l'éclairage artificiel		
Présence d'halogène		
Présence d'éclairage fluocompact		
Présence de lumière incandescente		
Présence de tubes fluorescents		
Présence d'éclairage en applique		
Présence de suspensions		
Présence de spots encastrés		
Présence de circuit autonome		
Quantité de luminaire au plafond		
Quantité de luminaire au mur		

	Type d'éclairage	
	Vue depuis la pièce	
Colorimétrie et motifs	Différence entre la porte d'entrée et le mur adjacent	
	Présence de rouge (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence d'orange (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de marron (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de beige (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de jaune (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de vert (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de bleu (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de violet (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de rose (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de gris ou noir (mur, sol, plafond, porte),	
	Présence de blanc (mur, sol, plafond, porte),	
	Utilisation de plusieurs couleurs (mur, sol, plafond, porte),	3 = Utilisation fréquente / 2 = Utilisation ponctuelle / 1 = une seule couleur
	Différence de traitement d'une zone à l'autre (mur, sol, plafond, porte),	
	Obscurité maximum (mur, sol, plafond, porte),	
	Obscurité minimum (mur, sol, plafond, porte),	
	Différence entre l'obscurité maximum et minimum (mur, sol, plafond, porte),	
	saturation maximum (mur, sol, plafond, porte),	
	saturation minimum (mur, sol, plafond, porte),	
	Différence entre la saturation maximum et minimum (mur, sol, plafond, porte),	
	Utilisation de motifs (mur, sol, plafond, porte),	4 = abstraits répétitifs / 3 = abstraits non répétitifs / 2 = figuratifs répétitifs / 1 = figuratifs non répétitifs / 0 = Absence
	Présence de motifs isolés ou non (mur, sol, plafond, porte),	0 = pas de motifs / 1 = isolés / 2 = fréquents
	Présence de tapisserie	
Présence de murs crépis		
Présence de murs peints avec de la toile de verre		
Présence de murs peints sans toile de verre		
Présence de parquet		
Présence de carrelage au sol		
Présence de sol souple		
Présence de revêtement plastifié pour les murs		
Présence de plafond démontable		
Présence de plafond non démontable		
Différence de matériaux d'une zone à l'autre (mur, (sol), (plafond), (porte),		
Température ressentie des matériaux (mur, sol, porte),	3 = grande différence ressentie / 2 = différence moyennement ressentie / 1 = peu de différence ressentie / 0 = Aucune différence ressentie	
Relief (mur, sol, porte),	3 = Lisse / 2 = Un peu rugueux / 1 = Rugueux	
Différence de texture d'une zone à l'autre (mur, sol, porte),		
Dureté des matériaux (mur, sol, porte),	1 = Mou / 2 = Moyennement mou / 3 = Moyennement dur / 4 = dur	
Emplacement Système d'émission de chaleur	1 = Chauffage au sol par rayonnement / 2 = Chauffage par convecteur mural	
Nombre d'appareils de chauffage		
Présence d'un système de production et distribution de froid		
Est-ce que les résidents utilisent la régulation des radiateurs?		
Est-ce que les résidents pourraient avoir accès à la régulation? (n'importe qui peut y accéder)		
Autonomie du système		

VARIABLES RELATIVES AUX QUATRE PARCOURS			
Dimensions, typologie et morphologie	Est-ce que les résidents doivent passer par l'extérieur	2 = Obligatoirement/1 = Occasionnellement/0= Jamais	
	Est-ce que les résidents doivent changer d'étage	1 = Oui / 0 =Non	
	Est-ce que les résidents doivent quitter leur unité	2 = Obligatoirement/1 = Occasionnellement/0= Jamais	
	Distance parcourue à l'intérieur (m)		
	Distance parcourue à l'extérieur (m)		
	Distance parcourue totale (m)		
	Hauteur maximum durant le parcours (m)		
	Hauteur minimum durant le parcours		
	Différence entre la hauteur minimum et maximum (m)		
	Nombre de changements de niveau de sol pendant le parcours		
	Nombre de changements de hauteur durant le parcours		
	Homogénéité de hauteur entre la pièce de départ / d'arrivée et la circulation (sol)		
	Homogénéité de hauteur entre la pièce de départ / d'arrivée et la circulation (plafond)		
	Variation de hauteur avec pièce départ		
	Variation de hauteur avec pièce d'arrivée		
	Présence de murs courbes durant le parcours	2=Très présent/1=Moyennement présent/0= Absent	
	Motifs et colorimétrie	Utilisation de motifs (mur, sol, plafond, porte),	4=abstraites répétitifs/3=abstraites non répétitifs/2=figuratives répétitifs/1= figuratives non répétitifs/0=Absence
		Quantité de teintes pendant le parcours (mur, sol, plafond, porte),	
		Nombre de changements de teintes (mur, sol, plafond, porte),	
Présence de rouge (mur, sol, plafond, porte),			
Présence d'orange (mur, sol, plafond, porte),			
Présence de marron (mur, sol, plafond, porte),			
Présence de beige (mur, sol, plafond, porte),			
Présence de jaune (mur, sol, plafond, porte),			
Présence de vert (mur, sol, plafond, porte),			
Présence de bleu (mur, sol, plafond, porte),			
Présence de violet (mur, sol, plafond, porte),			
Présence de rose (mur, sol, plafond, porte),			
Présence de gris ou noir (mur, sol, plafond, porte),			
Présence de blanc (mur, sol, plafond, porte),			
homogénéité teinte entre la pièce de départ /d'arrivée et la circulation (mur, sol, plafond),			
saturation maximum (mur, sol, plafond, porte),			
saturation minimum (mur, sol, plafond, porte),			
Différence entre la saturation maximum et minimum (mur, sol, plafond, porte),			
quantité de saturations utilisées durant le parcours (mur, sol, plafond, porte),			
homogénéité saturation entre la pièce de départ / d'arrivée et la circulation (mur, sol, plafond),			
Obscurité maximum (mur, sol, plafond, porte),			
Obscurité minimum (mur, sol, plafond, porte),			
Différence entre l'obscurité maximum et minimum (mur, sol, plafond, porte),			
Quantité d'obscurités différentes utilisées (mur, sol, plafond, porte),			
homogénéité d'obscurité entre la pièce de départ / d'arrivée et la circulation (mur, sol, plafond),			
Matériaux		changements de matériaux (mur, sol, plafond),	2 =importants/ 1 =rares/0 = Aucun changement
		Quantité de matériaux différents utilisés (mur, sol, plafond, porte),	
	Nombre de changements de matériaux pendant le parcours (mur, sol, plafond, porte),		
	Présence de tapisserie		
	Présence de murs crépis		
	Présence de murs peints avec de la toile de verre - Présence de murs peints sans toile de verre		
	Présence de carrelage		
	Présence de parquet		
	Présence de sol souple		
	homogénéité matériaux entre la pièce de départ / d'arrivée et la circulation (mur, sol, plafond),		
	Changement de relief durant le parcours mur (mur, sol),	2 =importants/ 1 =rares/0 = Aucun changement	
	homogénéité relief entre la pièce de départ / d'arrivée et la circulation (mur, sol),		
	Présence de plafond démontable - Présence de plafond non démontable		

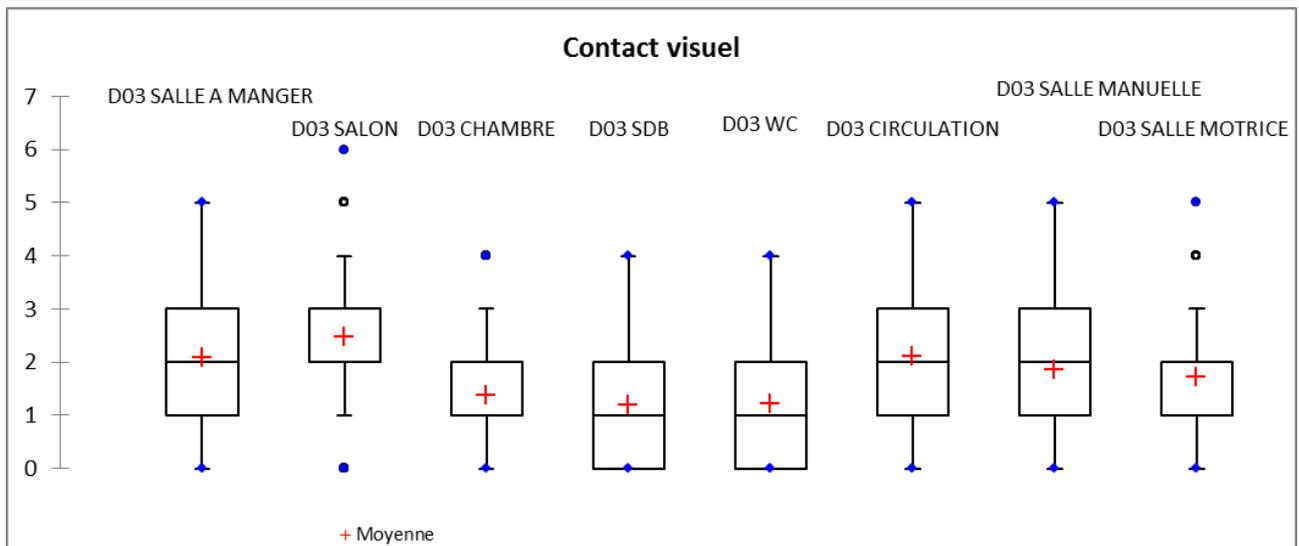
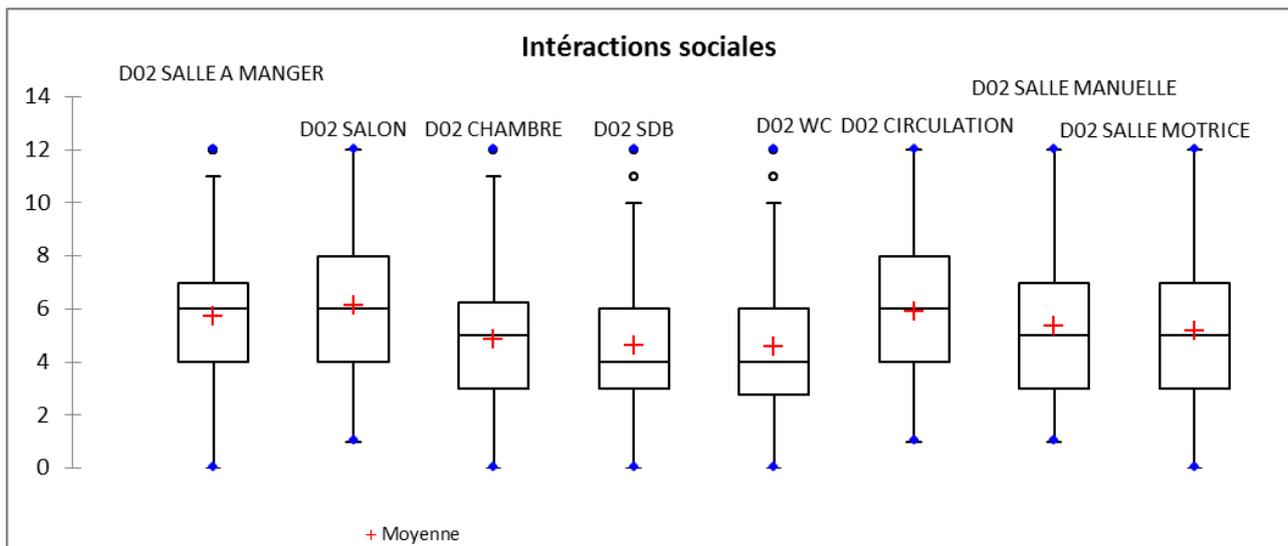
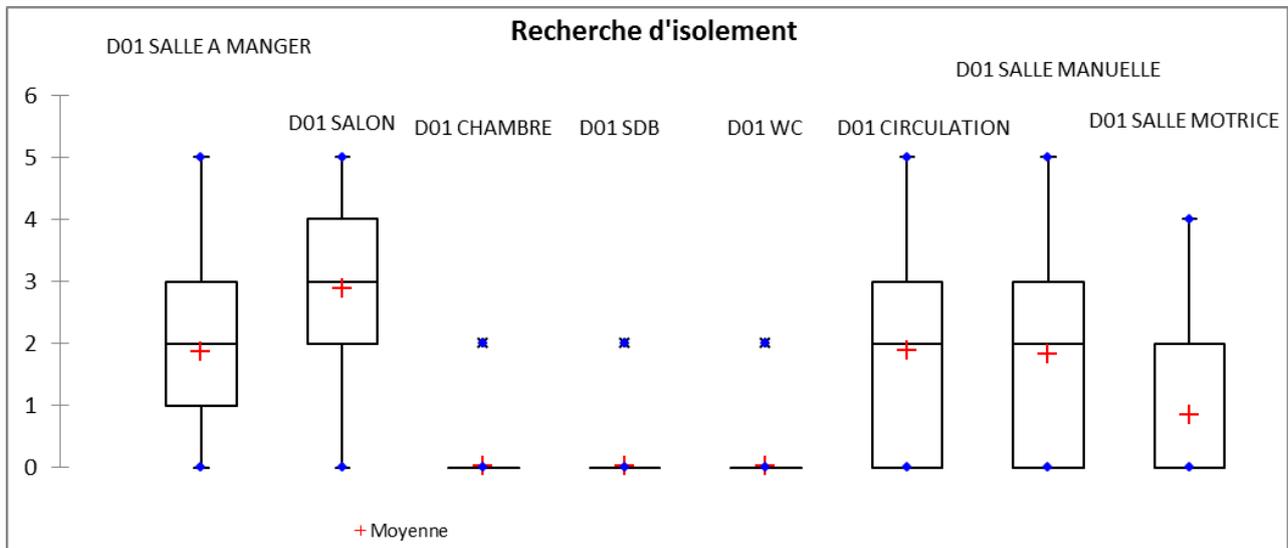
VARIABLES RELATIVES AUX SALLES À MANGER, SALONS, ET SALLES D'ACTIVITES MANUELLES ET MOTRICE		
Forme, fréquence d'utilisation et nombre	Forme d'utilisation 2 = Libre / 1 = réglementée avec badge/clef	
	Nombre d'heures de fréquentation par résidents dans une semaine	
	Nombre maximum d'utilisateurs simultanés	
	Fréquence utilisation (uniquement pour la salle à manger) 1 = pièce utilisée hors repas librement/ 2 = pièce non utilisée en dehors des temps de repas	
	Activités réalisées dans la pièce (uniquement pour la salle à manger) 1 = repas seulement/ 2 = repas et temps libre / activités	
	Présence d'un office (uniquement pour la salle à manger) 0 = Absence / 1 = Présence accessible sous control / 2 = Présence accessible	
	Est-ce que espace-temps de repas est répartie sur deux niveaux	
Dimensions, morphologie	Surface (m ²)	
	Surface de la pièce par résident (m ²)	
	Pièce clairement définie	
	Hauteur maximum sous plafond (m)	
	Hauteur minimum sous plafond (m)	
	Différence entre hauteur maximum et minimum (m)	
	Compacité	
	Volume de la pièce (m ³)	
	Périmètre (m)	
	Étalement	
	Présence de murs courbes 2 = Très présent / 1 = Moyennement présent / 0 = Absent	
	Présence de cloison amovible 2 = Présence utilisée/ 1 = Présence non utilisée / 0 = Absence	
	Traitement du plafond 4 =surface horizontale/3 =surface horizontale + pente / 2 =voute / 1=pente	
	Présence de poutres, caissons, charpente	
linéarité du plafond 1 = lisse / 2= accidenté (décroché)		
Perméabilité	Mesure des angles blessants Quantité d'angles rentrants	
	Mesure des angles permettant la cachette	Quantité d'angles sortants
		Quantité d'angles rentrants
	Quantité d'angles sortants	
		Pourcentage surface de la pièce toujours visible (%)
	Surface imperméable (m ²)	
	Nombre de points d'où je vois toute la pièce	
	Nombre de zones de cachettes maximum depuis l'entrée	
	Nombre de zones de cachettes minimum depuis l'entrée	
	Surface de zone de cachette maximum depuis une entrée (m ²)	
	Surface de zone de cachette minimum depuis une entrée (m ²)	
	Nombre d'accès depuis intérieurs accessibles pour les autistes	
	Nombre d'accès depuis intérieurs accessibles pour le personnel	
	Nombre d'accès dans la pièce sur l'extérieur	
	Rôle distributif de la pièce	
	Perméabilité physique : pourcentage de la pièce perméable physiquement (%)	
	Perméabilité visuelle : pourcentage de la pièce perméable visuellement(%)	
Perméabilité visuelle extérieure (%)		
Éclairage naturel, artificiel et vues	Évaluation experte éclairage naturel 3 = Très lumineux / 2 = moyennement lumineux / 1 = faiblement lumineux	
	Présence de différence de lumière entre zone (lumière naturelle) 2 = Grande différence / 1 = Un peu de différence / 0 = Absence de différence	
	Orientation des ouvertures 2 = Poly orientées / 1= Mono orientées	
	Nombre de vitrages intérieurs	
	Surface de vitrage intérieur (m ²)	
	Nombre d'orientation	
	Surface de vitrage zénithale (m ²)	
	Surface de percement au nord (m ²)	
	Surface de percement au sud (m ²)	
	Surface de percement à l'est (m ²)	

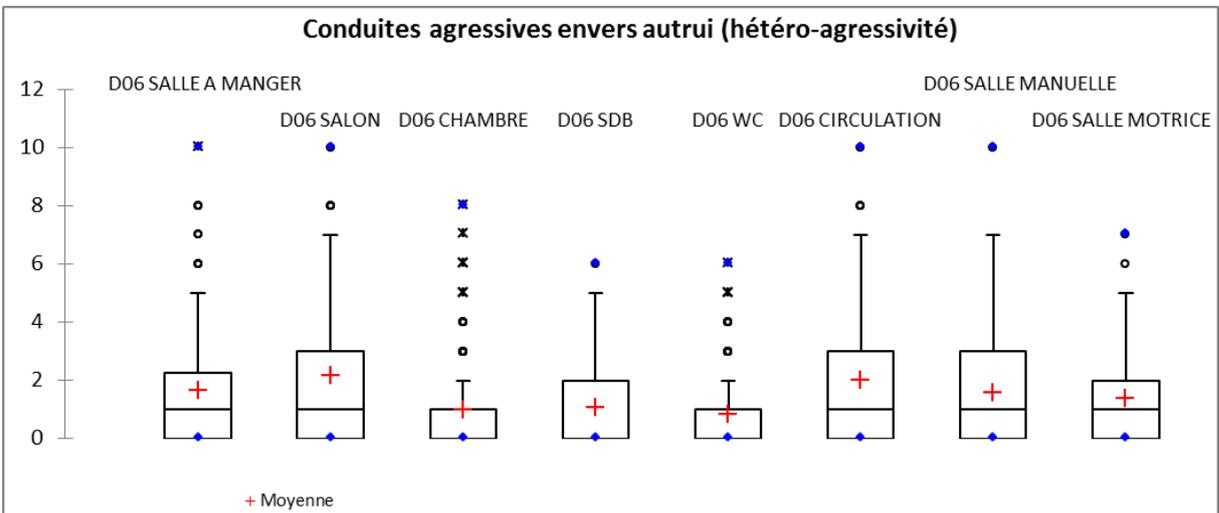
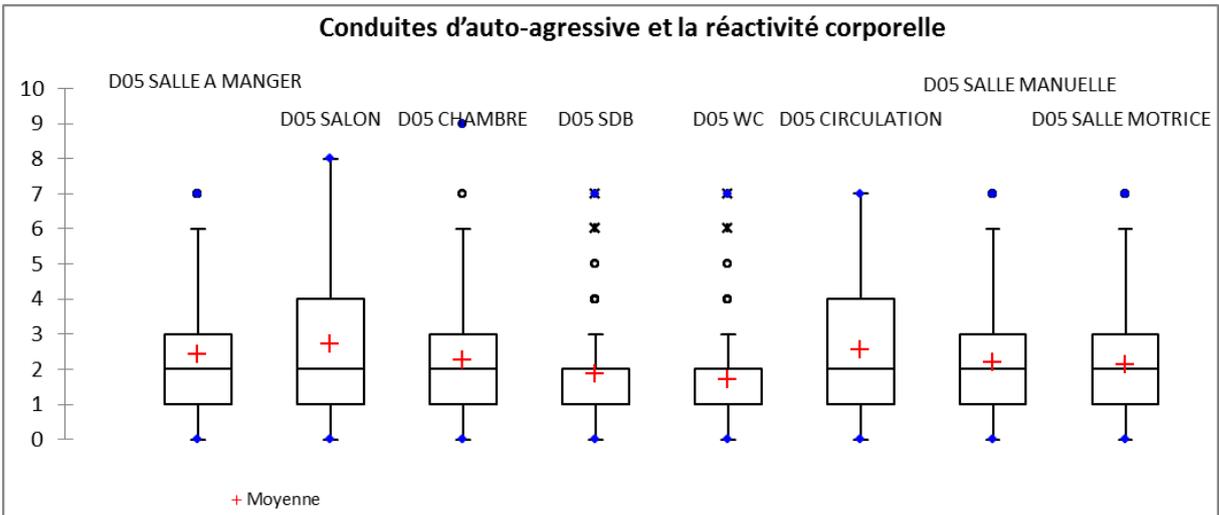
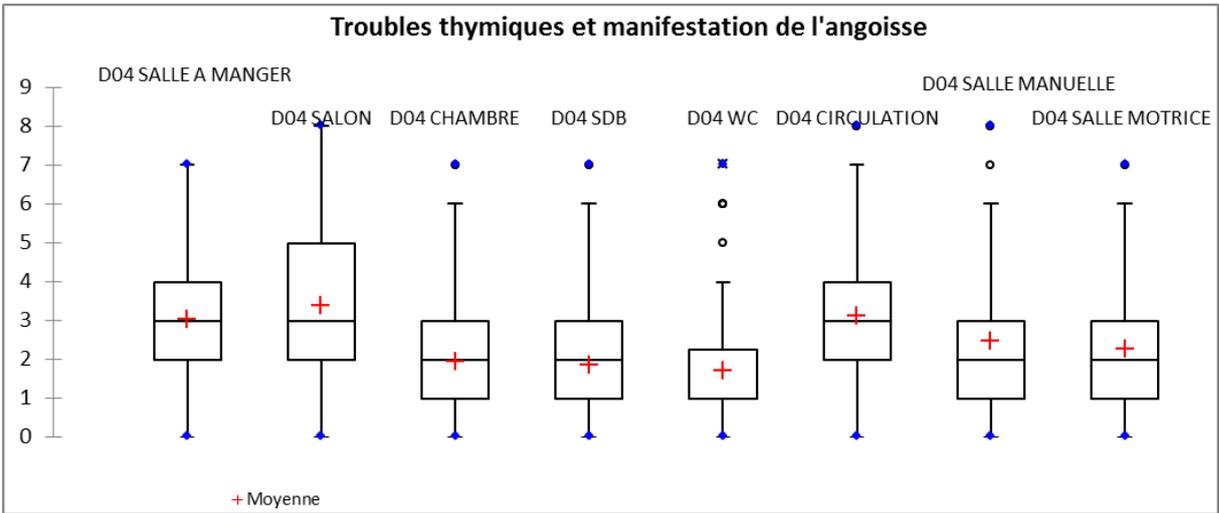
VARIABLES RELATIVES AUX SALLES À MANGER, SALONS, ET SALLES D'ACTIVITES MANUELLES ET MOTRICE	
Surface de percement à l'ouest (m ²)	
Surface vitrée totale (m ²)	
Surface vitrée par m ³	
Surface vitrée par m ²	
Pourcentage de vitrage (%)	
Présence de masques lointains	
Présence de contrôles fixes	
Présence de vitrage zénithal	
Présence de vitrage latéral à hauteur d'homme	
Présence de vitrage latérale jusqu'au sol	
Présence de vitrage latéral à plus de 2 mètre	
Présence d'ouverture jusqu'au sol	
Luminosité éclairage artificiel (évaluation experte)	3 = Très lumineux / 2 = moyennement lumineux / 1 = faiblement lumineux
Système ajustement de l'éclairage artificiel (variateur)	
Présence d'halogène	
Présence d'éclairage fluocompact	
Présence de lumière incandescente	
Présence de tubes fluorescents	
Présence d'éclairage en applique	
Présence de suspensions	
Présence de spots encastrés	
Présence de circuit autonome	
Quantité de luminaire au plafond	
Quantité de luminaire au mur	
Vue depuis la pièce	
Différence de traitement entre la porte d'entrée et le mur	
Présence de rouge (mur, sol, plafond, porte),	
Présence d'orange (mur, sol, plafond, porte),	
Présence de marron (mur, sol, plafond, porte),	
Présence de beige (mur, sol, plafond, porte),	
Présence de jaune (mur, sol, plafond, porte),	
Présence de vert (mur, sol, plafond, porte),	
Présence de bleu (mur, sol, plafond, porte),	
Présence de violet (mur, sol, plafond, porte),	
Présence de rose (mur, sol, plafond, porte),	
Présence de gris ou noir (mur, sol, plafond, porte),	
Présence de blanc (mur, sol, plafond, porte),	
Utilisation de plusieurs couleurs dans la même zone (mur, sol, plafond, porte),	3 = fréquente / 2 = ponctuelle / 1 = une seule couleur
Différence de teinte d'une zone à l'autre (mur, sol, plafond, porte),	
Obscurité maximum (mur, sol, plafond, porte),	
Obscurité minimum (mur, sol, plafond, porte),	
Différence entre l'obscurité maximum et minimum (mur, sol, plafond, porte),	
saturation maximum (mur, sol, plafond, porte),	
saturation minimum (mur, sol, plafond, porte),	
Différence entre la saturation maximum et minimum (mur, sol, plafond, porte),	
Présence de bordures	
Présence de sol tacheté	
Motifs isolés ou non (mur, sol, plafond, porte),	0 = pas de motifs / 1 = isolés / 2 = fréquents
Utilisation de motifs (mur, sol, plafond, porte),	4 = abstraits répétitifs / 3 = abstraits non répétitifs / 2 = figuratifs répétitifs / 1 = figuratifs non répétitifs / 0 = Absence de motifs

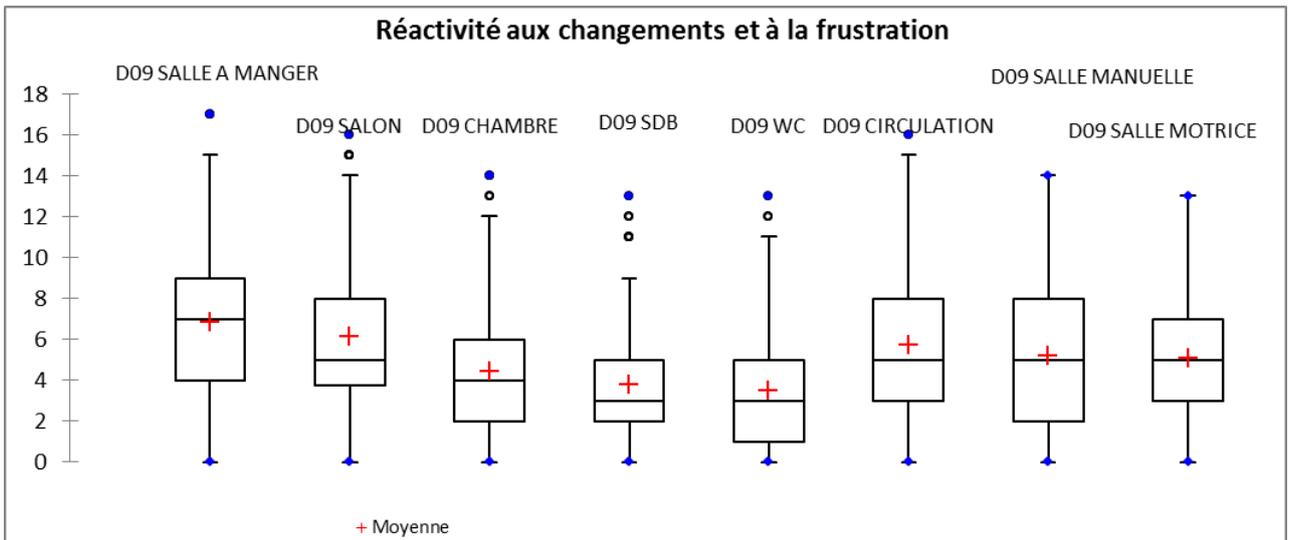
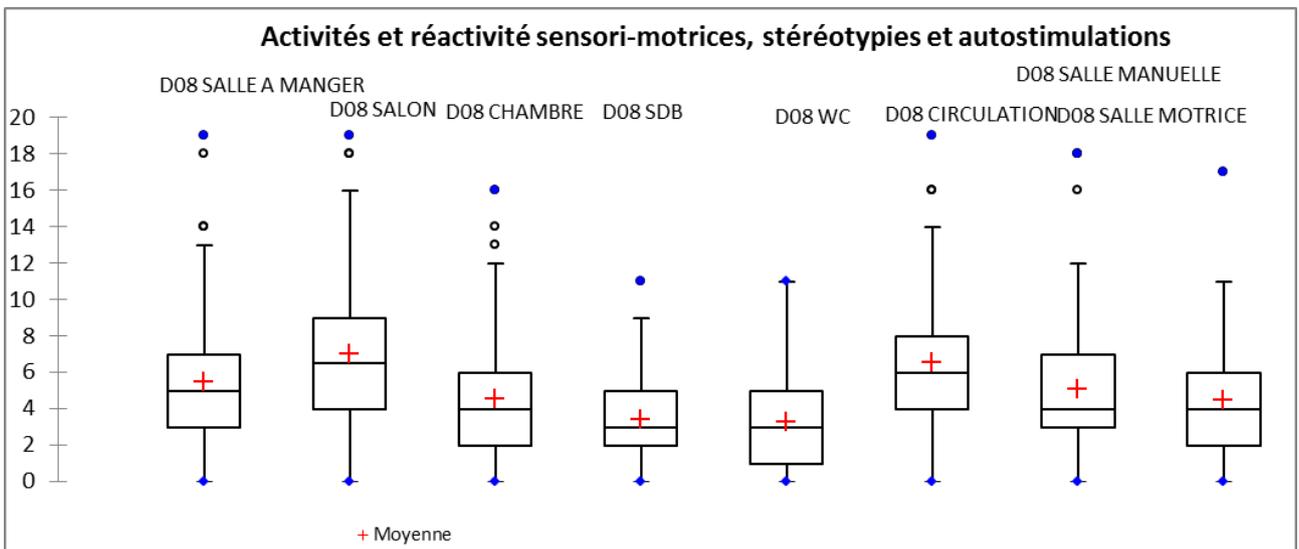
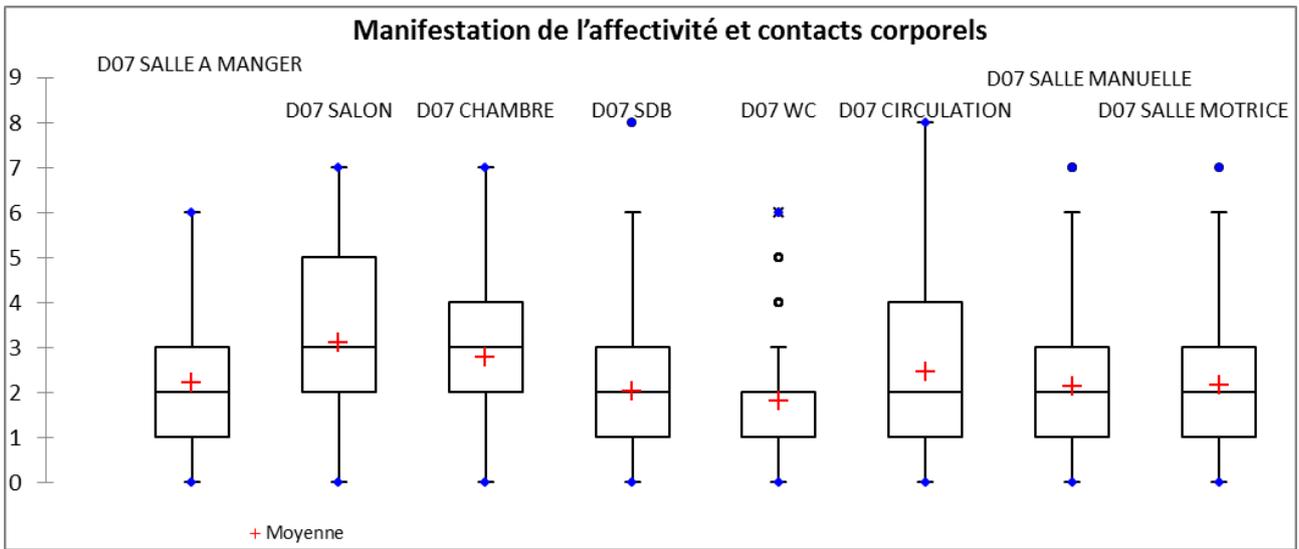
Colorimétrie et motifs

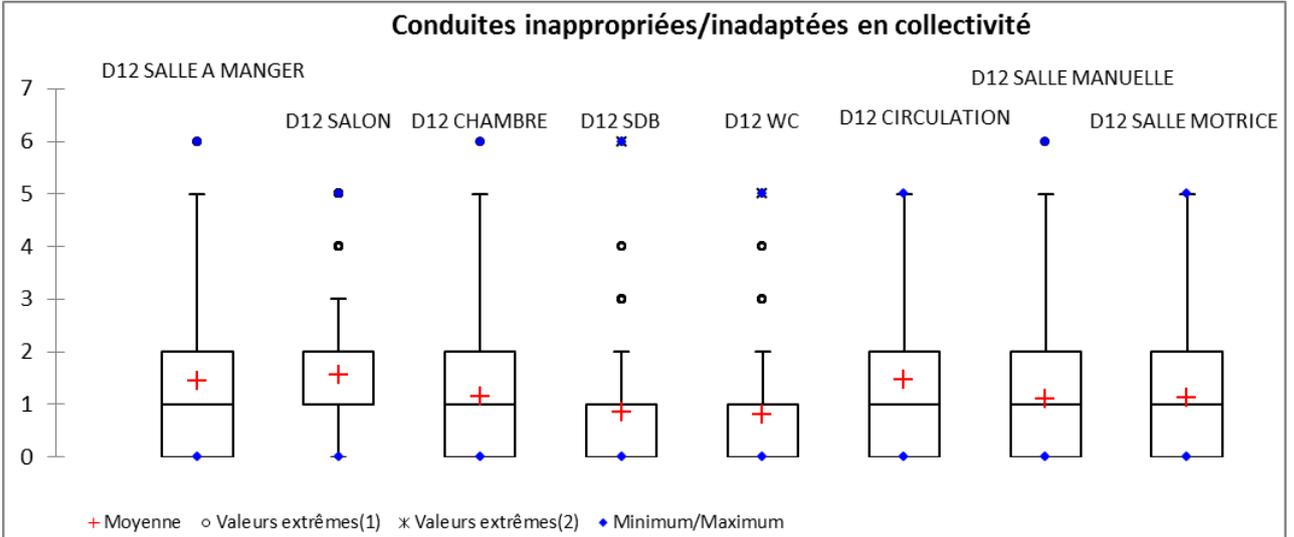
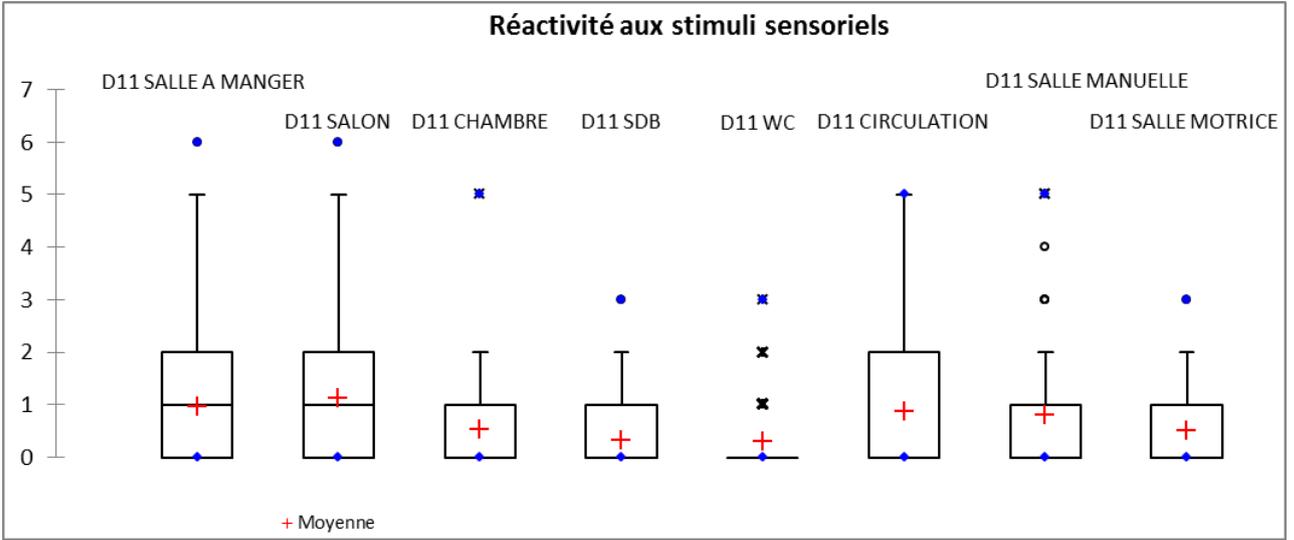
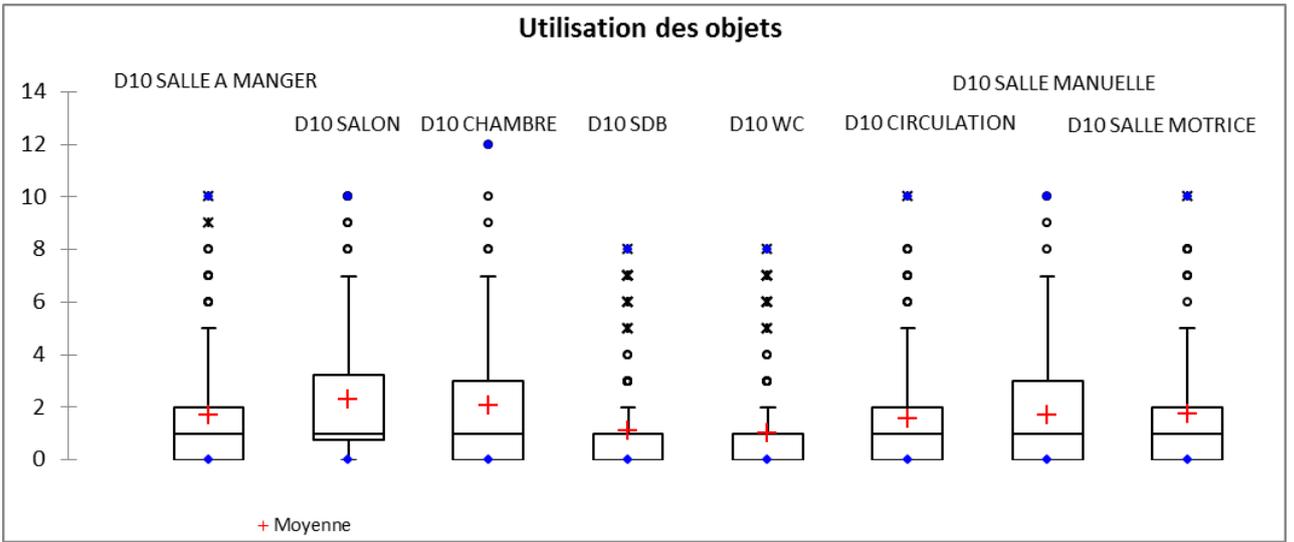
VARIABLES RELATIVES AUX SALLES À MANGER, SALONS, ET SALLES D'ACTIVITES MANUELLES ET MOTRICE		
Matériaux	Présence de tapisserie	
	Présence de murs peints avec de la toile de verre	
	Présence de murs peints sans toile de verre	
	Présence de revêtement plastifié pour les murs	
	Présence de murs crépis	
	Présence de boiseries	
	Présence de carrelage au sol	
	Présence de sol souple	
	Différence de matériaux d'une zone à l'autre (mur, sol, plafond)	
	Température ressentie des matériaux (mur, sol, porte),	3 = grande différence ressentie / 2 = différence moyennement ressentie / 1 = peu de différence ressentie / 0 = Aucune différence ressentie
	Présence de relief accidenté (moulure - soubassement) (mur, porte)	
	Relief (mur, sol, porte),	3 = Lisse / 2 = Un peu rugueux / 1 = rugueux
	Différence de texture d'une zone à l'autre (mur, sol, plafond, porte),	
	Dureté des matériaux (mur, sol, porte),	1 = Mou / 2 = Moyennement mou / 3 = Moyennement dur / 4 = dur
Présence de protection d'angle	2 = Présence / 1 = Moyennement présent / 0 = Absent	
Plafond démontable		
Thermique	Emplacement Système d'émission de chaleur	4 = Chauffage au sol / 3 = Convecteur mural / 2 = Chauffage au plafond par rayonnement / 1 = Paroi rayonnante
	Nombre d'appareils de chauffage	
	Confort thermique l'été	1 = confortable / 0 = légèrement chaud ou chaud l'été
	Confort thermique l'hiver	1 = confortable / 0 = légèrement froid ou froid l'hiver
	Présence d'un système de production et distribution de froid	
	Est-ce que les résidents utilisent la régulation des radiateurs?	
	Est-ce que les résidents pourraient avoir accès à la régulation? (n'importe qui peut y accéder)	
	Autonomie du système	
Acoustique	Tr moyen large bande 250Hz-10kHz	
	Tr écart type large bande 250Hz-10kHz	
	Tr maximum large bande 250Hz-10kHz	
	Tr minimum large bande 250Hz-10kHz	
	Tr moyen large bande 400 Hz -2,5 kHz	
	Tr écart type bande 400 Hz -2,5 kHz	
	Tr maximum bande 400 Hz -2,5 kHz	
	Tr minimum bande 400 Hz -2,5 kHz	
	Tr 250Hz à Tr 10kHz (moyenne des différentes positions)	
	Tr 250Hz à Tr 10kHz (écart type des différentes positions)	
	Bruit de fond moyen	
	Bruit de fond écart type	
	Bruit de fond maximum	
	Bruit de fond minimum	
	Bruit de fond aux différentes fréquences [12,5Hz à 20kHz] (moyenne des différentes positions)	
	Bruit de fond aux différentes fréquences [12,5Hz à 20kHz] (écart type des différentes positions)	

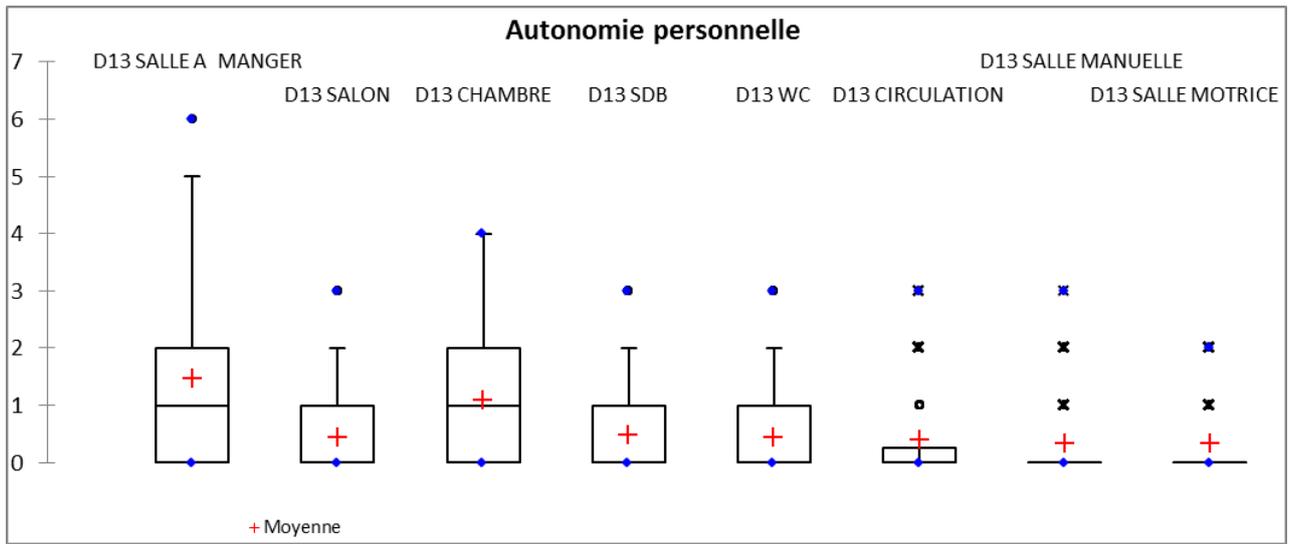
Annexe 2 : Les différents troubles de l'EPOCAA en fonction des pièces





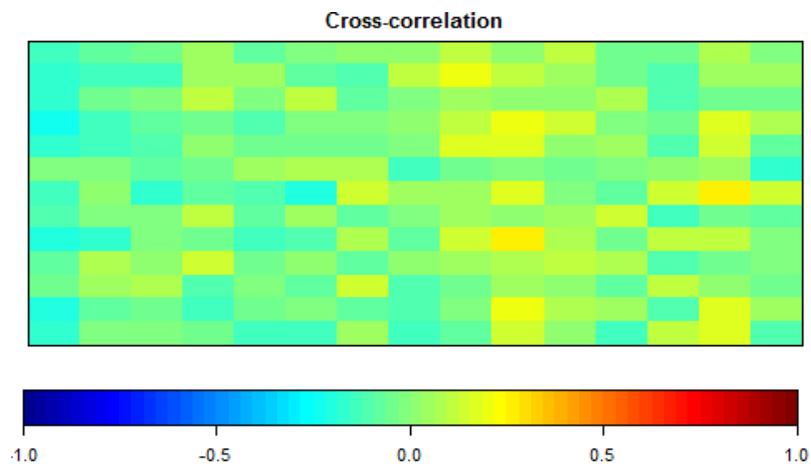




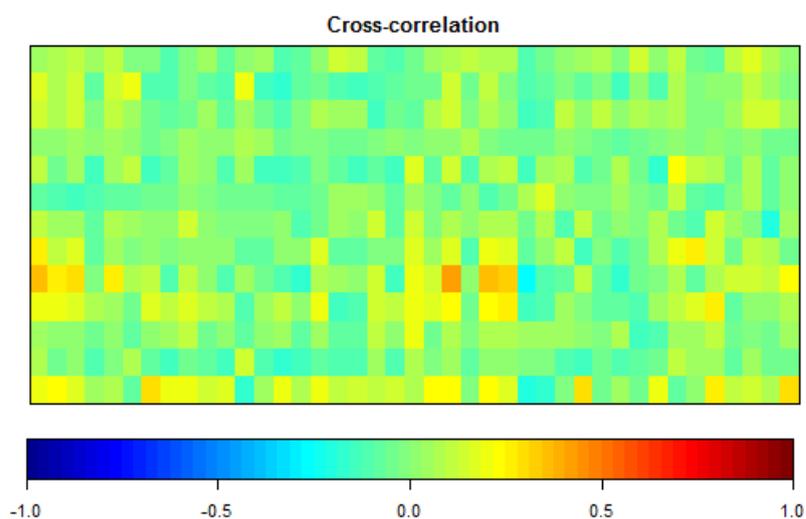


Annexe 3 Graphique des corrélations de Pearson

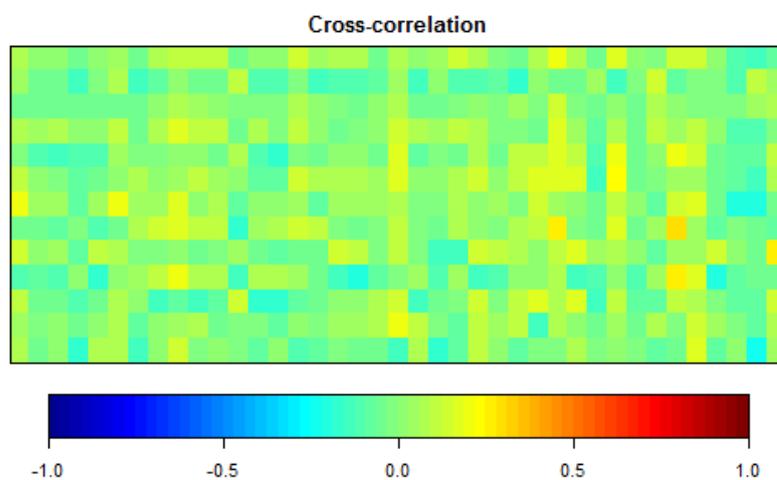
Variables contexte (historique, spatial...)



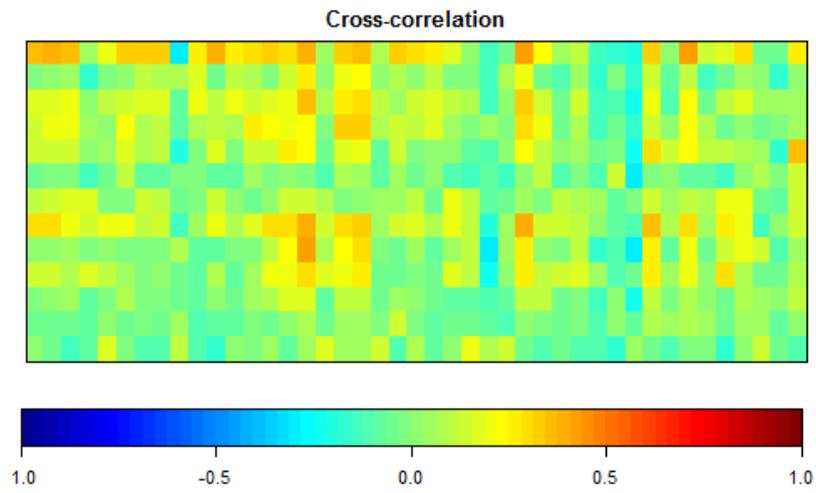
Les salons



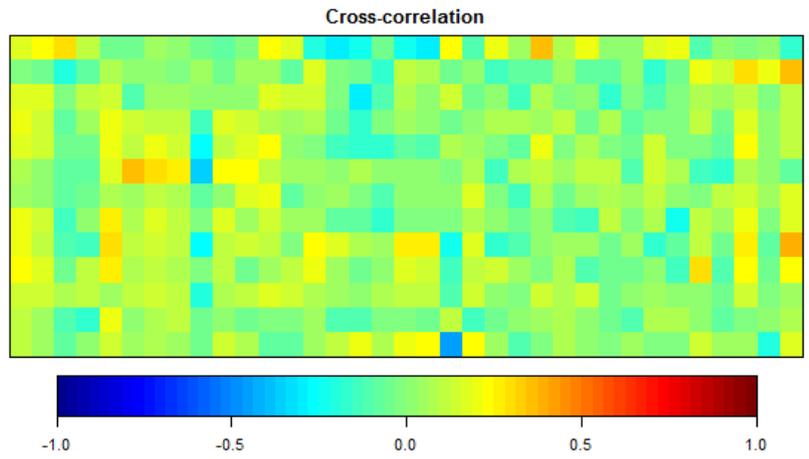
Les salles à manger



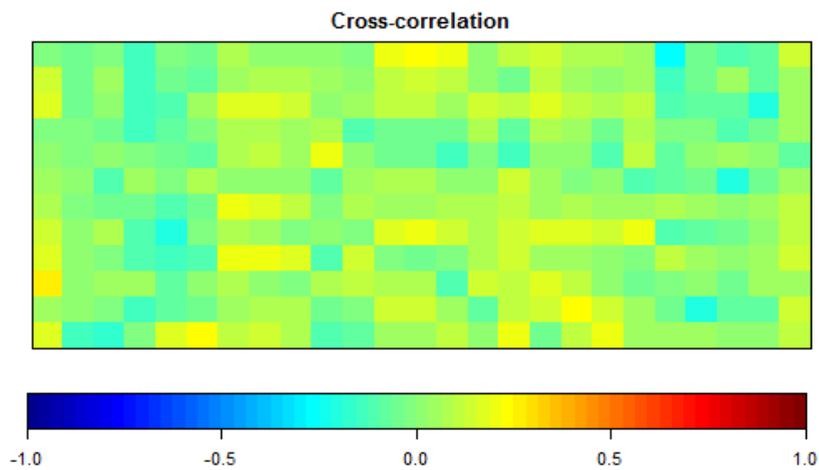
Les salles d'activités manuelles



Les salles d'activités motrices

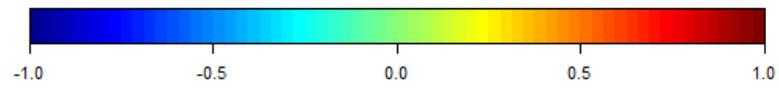
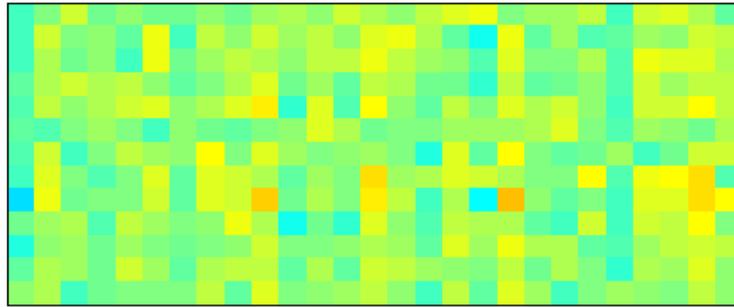


Les chambres



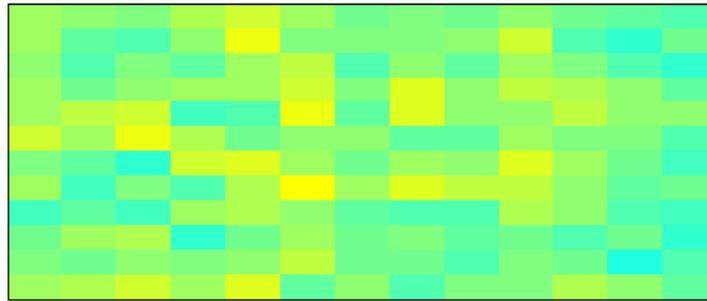
Les circulations

Cross-correlation



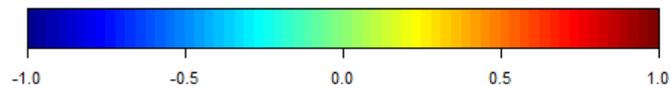
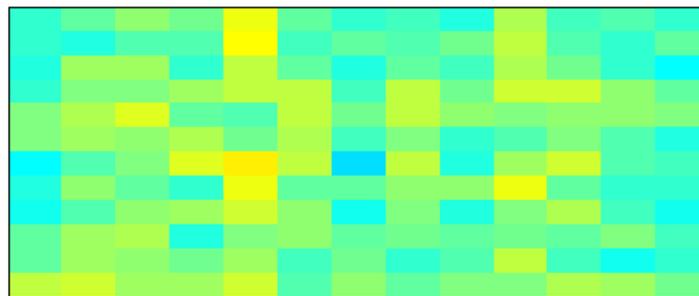
Les salles de bain

Cross-correlation



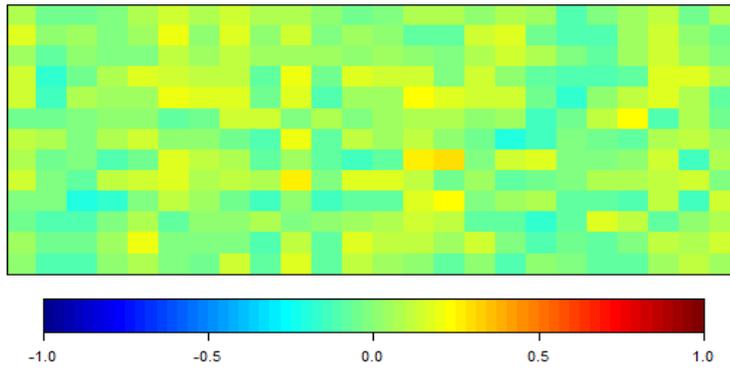
Les WC

Cross-correlation



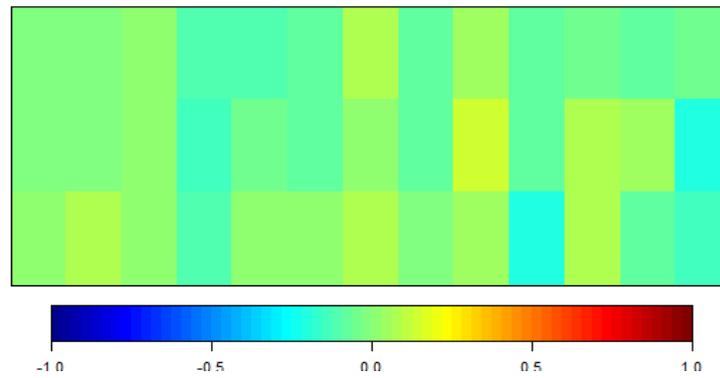
Parcours 1

Cross-correlation



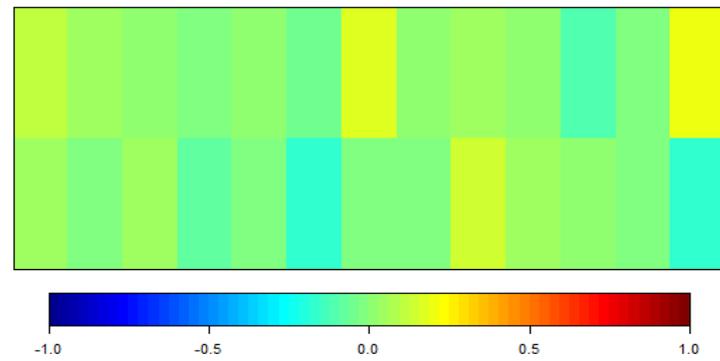
Parcours 2

Cross-correlation



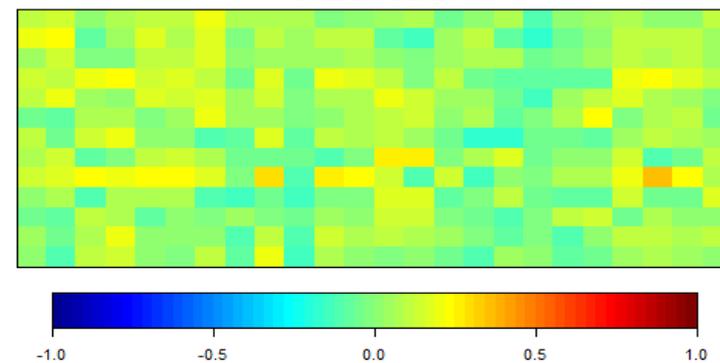
Parcours 3

Cross-correlation



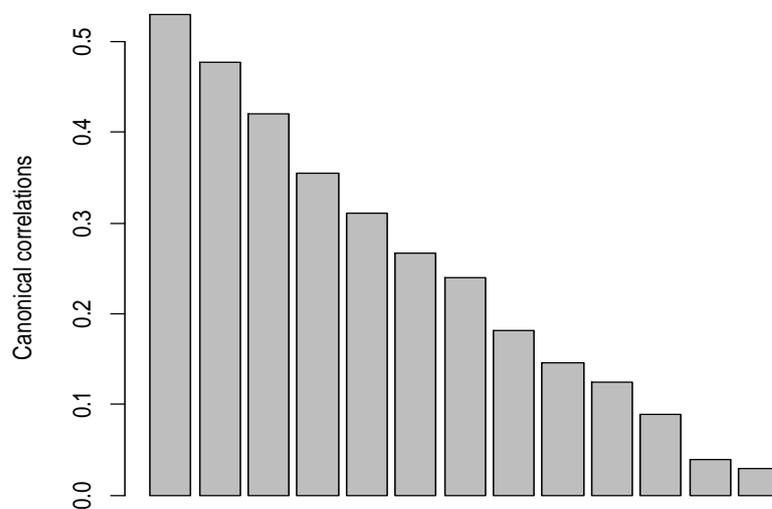
Parcours 4

Cross-correlation

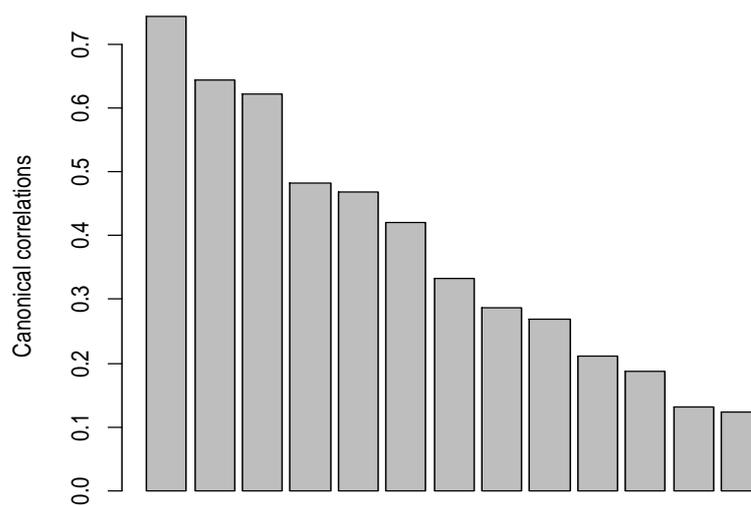


Annexe 4 Graphiques éboulis des corrélations

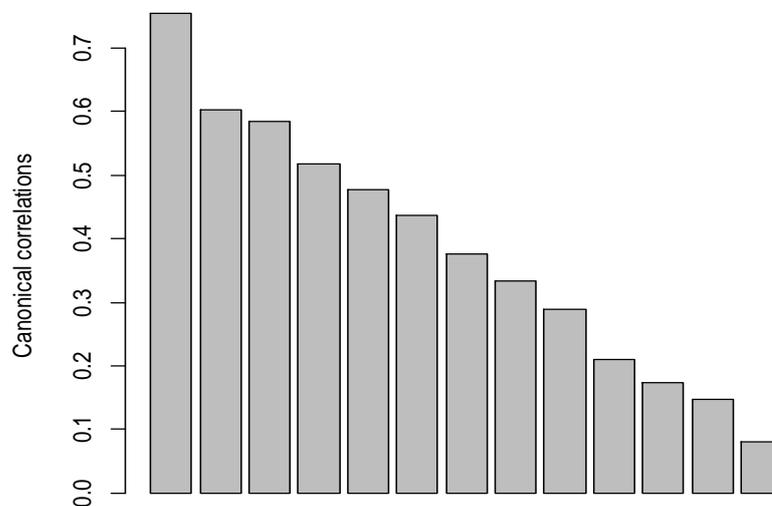
Variables contexte (historique, spatial...)



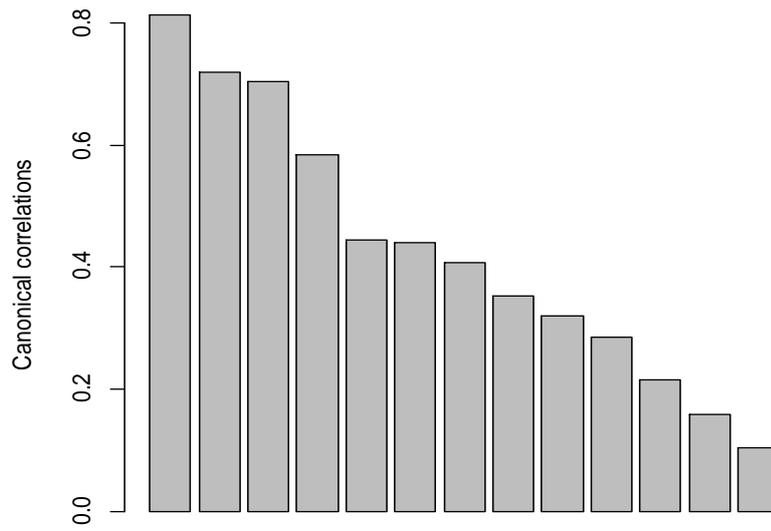
Les salons



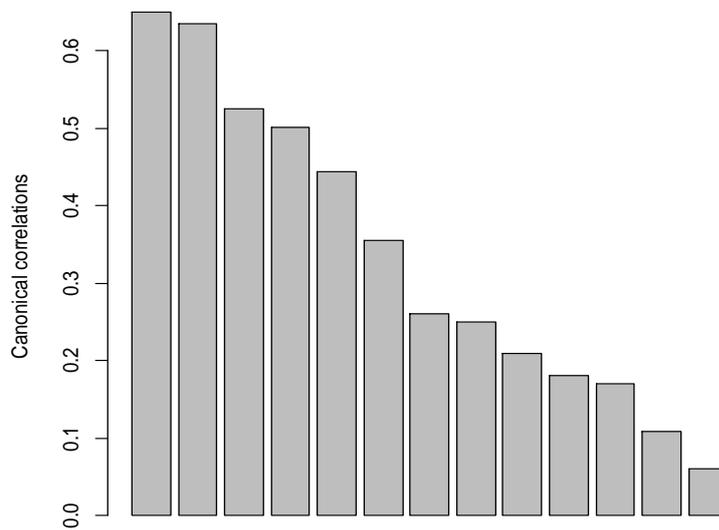
Les salles à manger



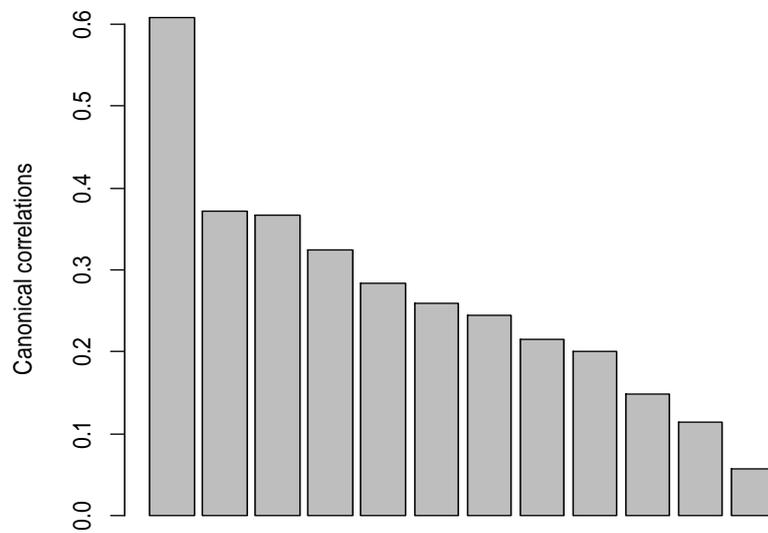
Les salles d'activités manuelles



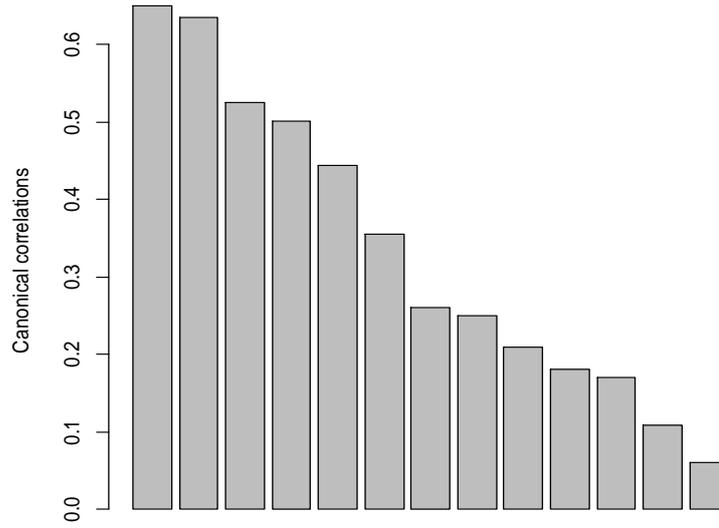
Les salles d'activités motrices



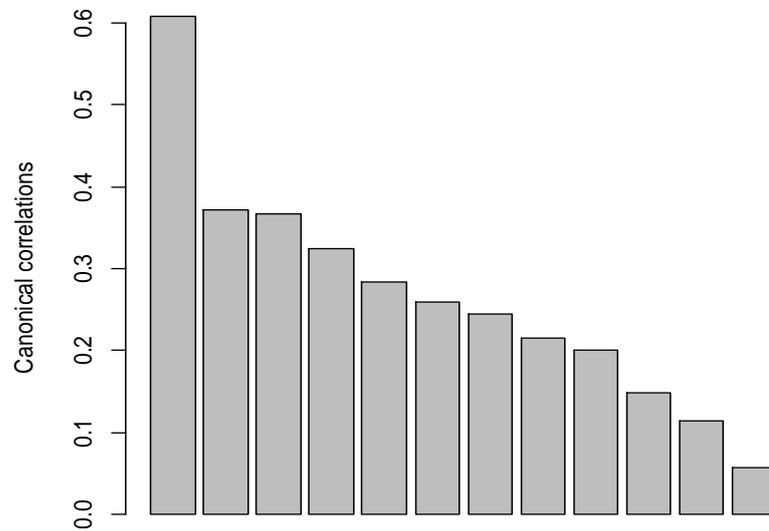
Les chambres



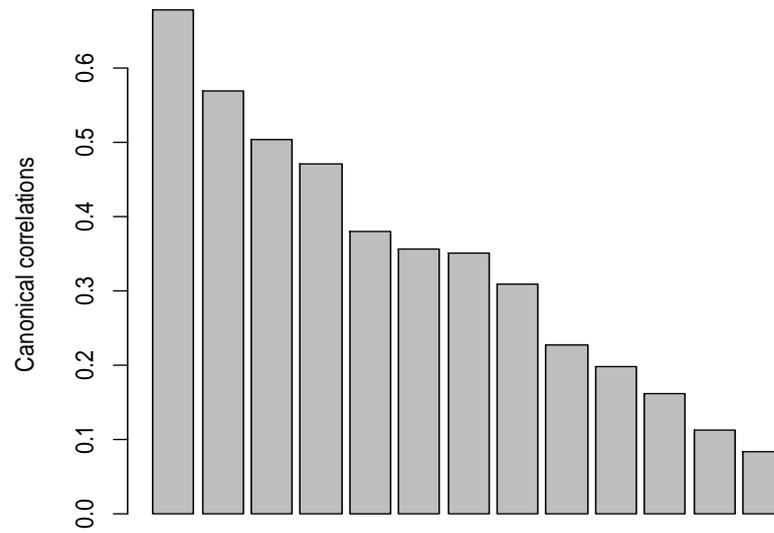
Les salles d'activités motrices



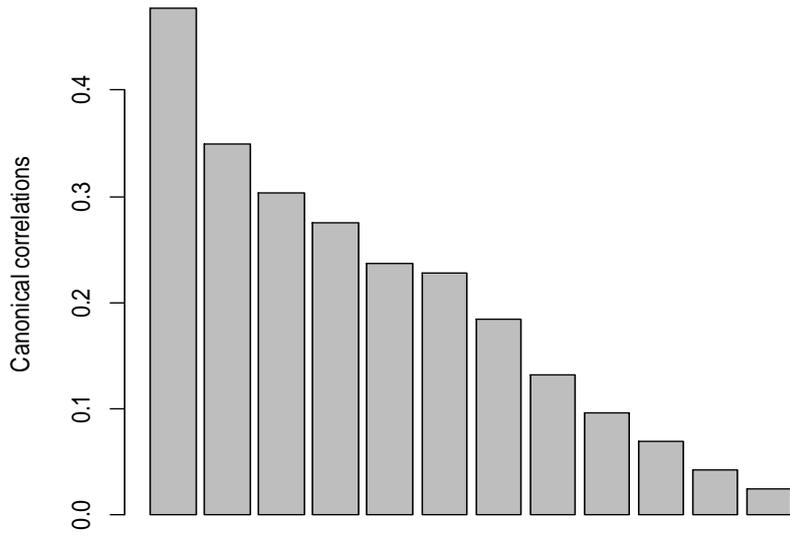
Les chambres



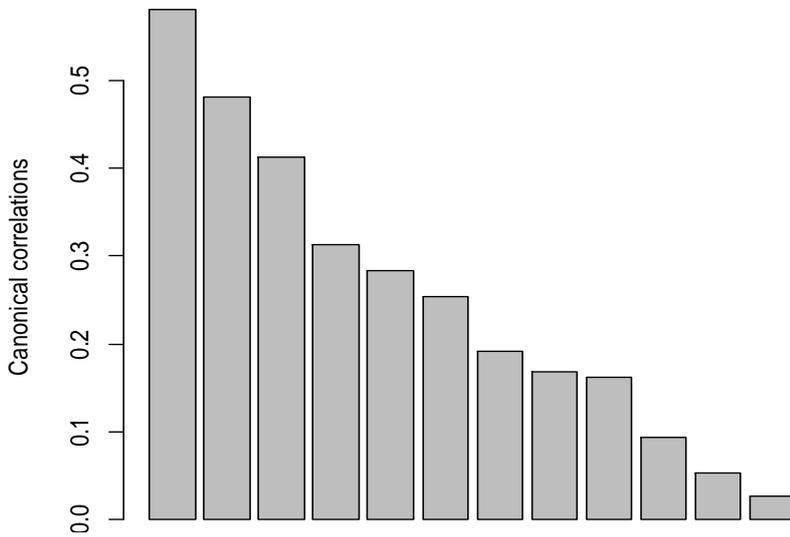
Les circulations



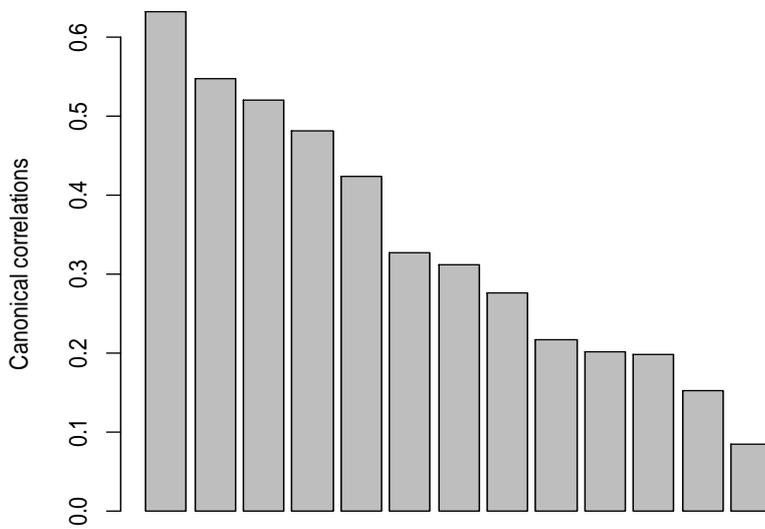
Les salles de bain



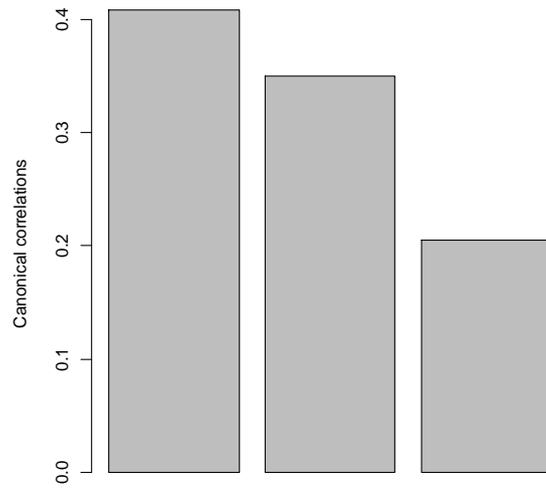
Les WC



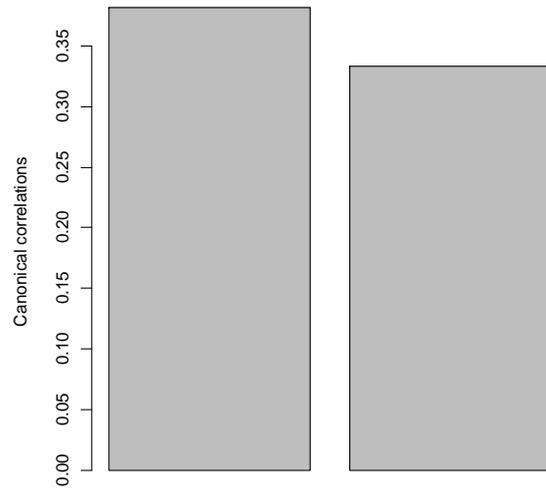
Parcours 1



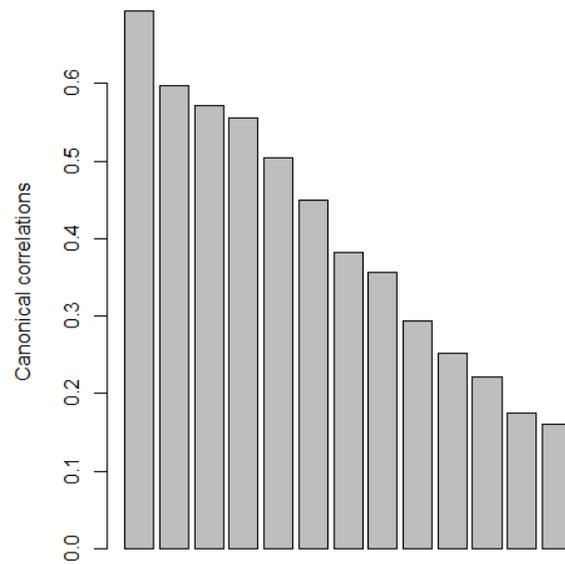
Parcours 2



Parcours 3



Parcours 4



Annexe 5 Analyse des Corrélations Canoniques et analyse de redondance

Les chambres

L'analyse de redondance

Le tableau ci-dessous permet de voir que le groupe de variables architecturales explique 22,6% du groupe de variables cliniques dans la chambre avec un risque de se tromper de 1% en rejetant l'hypothèse selon laquelle les groupes de variables cliniques et architecturales ne seraient pas linéairement liées.

Inertie :

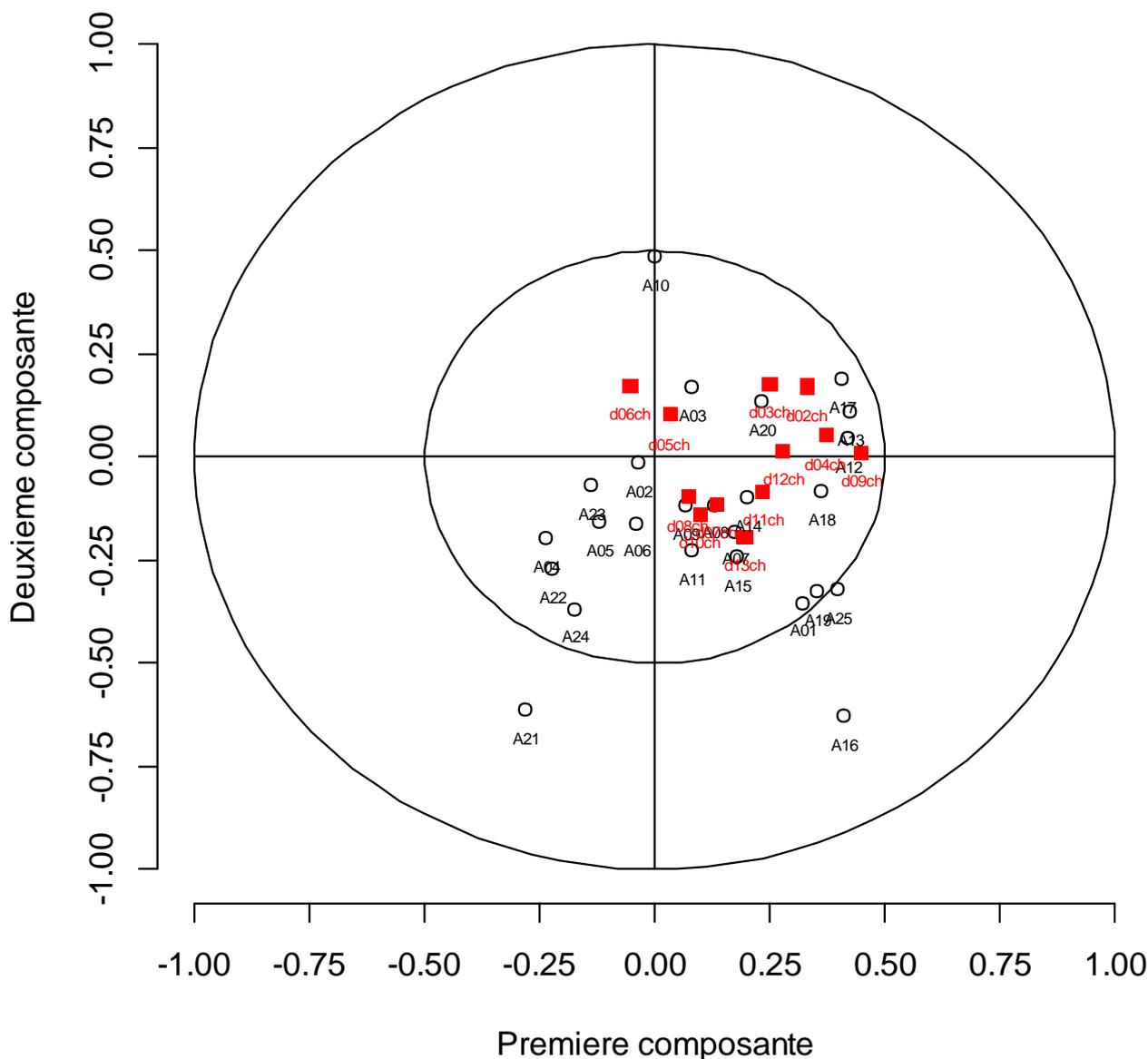
	Valeur	%
Totale	47,114	100,000
Contrainte	10,166	21,578
Non-contrainte	36,948	78,422

Résultats du test de permutation :

Permutations	500
Pseudo F	0,275
p-value	0,010
alpha	0,050

L'analyse canonique et le choix des axes

Même si l'analyse de redondance et le test de significativité qui lui est associé semblent détecter l'existence d'une relation entre le groupe de variables architecturales et le groupe de variables cliniques dans les chambres, les tests de significativité des axes de l'analyse de corrélation canonique quant à eux semblent indiquer qu'il faudrait rejeter les deux axes (test asymptotique sur le premier axe : Lambda de Wilks = 0,299 ; et test de permutation Lambda = 0,067 sur le premier axe). Étant donné qu'un des axes est presque significatif (valeur du test de permutation pour l'axe 1 est de 0,067 au lieu de 0,05) nous analyserons tout de même les résultats de l'ACC sur le première axe avec un point de vigilance sur les résultats. De plus, il est possible de voir sur le graphique « d'éboulis des corrélations » qu'il existe un saut très net entre le coefficient 1 et le coefficient 2. Nous ne construirons par contre pas de modèle de covariance par la suite pour cette pièce.



A12	Surface vitrée totale	A18	Saturation maximum des murs
A13	Pourcentage de vitrage	A19	Différence entre la saturation maximum et minimum (murs)
A16	L'obscurité maximum de la teinte des murs	A25	Quantité de matériaux différents utilisés
A17	L'obscurité minimum de la teinte des murs		

On peut voir que la variable clinique la plus proche du cercle et donc qui contribue le plus est *la réactivité aux changements et à la frustration - D09* (comme dans plusieurs autres pièces). Les variables architecturales qui sont proches de cette variable et qui varient dans le même sens sont : le *pourcentage de vitrage*, la *surface vitrée*, la *saturation maximum des murs*, la *différence entre la saturation maximum et minimum (murs)*, *l'obscurité maximum murs*, *l'obscurité minimum des murs*, la *quantité de matériaux utilisés*.

Il semble donc que, dans la chambre, les variables architecturales les plus influentes sur les variables cliniques seraient les variables relatives à **l'obscurité/clarté**, à **la saturation** et à **la quantité d'éclairage naturel et de vues sur l'extérieur**.

Le WC

L'analyse de redondance

Le groupe de variables architecturales explique 15,46% du groupe de variables cliniques dans les WC avec un risque de nous tromper de 0,01% en rejetant l'hypothèse selon laquelle les groupes de variables cliniques et architecturales ne seraient pas linéairement liés.

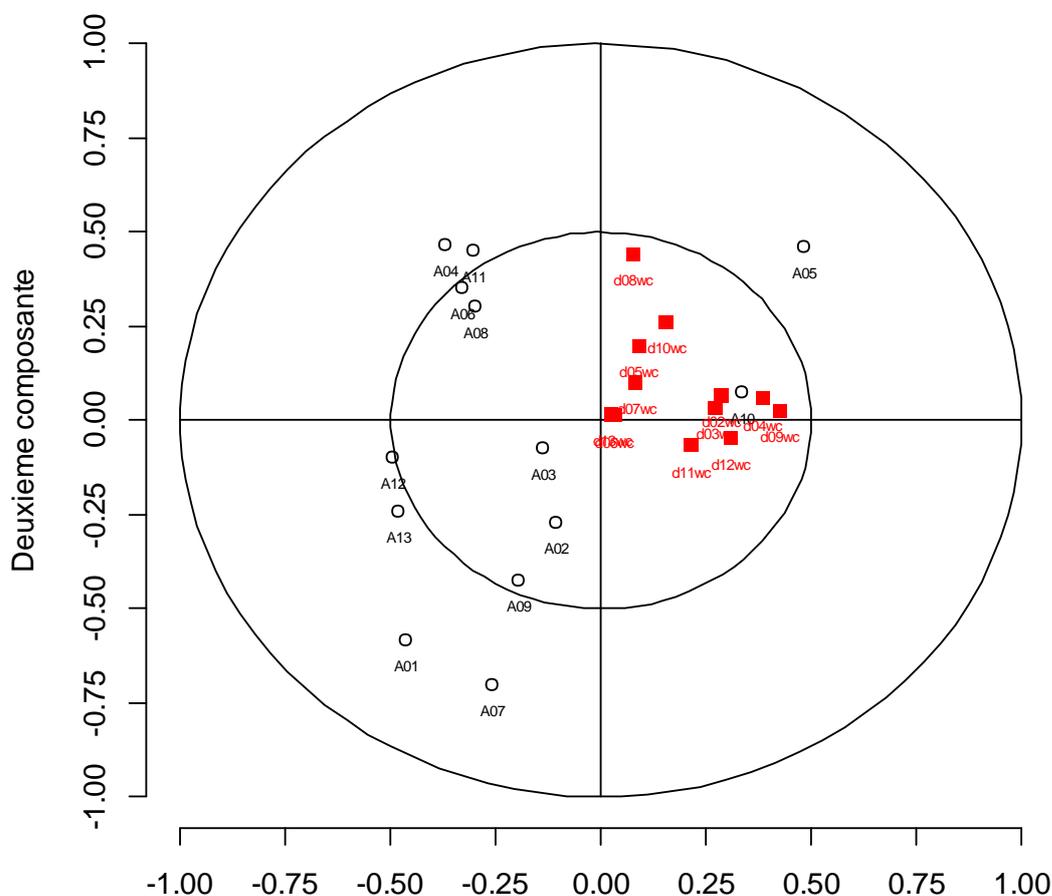
	Valeur	%
Totale	34,126	100,000
Contrainte	5,277	15,463
Non-contrainte	28,849	84,537

Résultats du test de permutation :

Permutations	500
Pseudo F	0,183
p-value	< 0,0001
alpha	0,050

Les résultats de l'analyse canonique et le choix des axes

Les résultats des tests de significativité montrent que l'on ne peut retenir aucun des axes (Lambda = 0,295 pour le test Asymptotique et Lambda = 0,232 pour le test de permutation). De plus, on peut voir que ce sont uniquement les co-variables architecturales qui contribuent aux axes de l'analyse canonique (toutes les variables cliniques sont situées proches du centre). Nous ne poursuivrons pas l'analyse plus loin. Toutefois, on peut noter que les deux variables cliniques qui ont été projetées le plus près du cercle sont les variables *D09* (la réactivité au changement et à la frustration) et *D08* (les activités et la réactivité sensorimotrice, les stéréotypies et les autostimulations).



La salle de bain

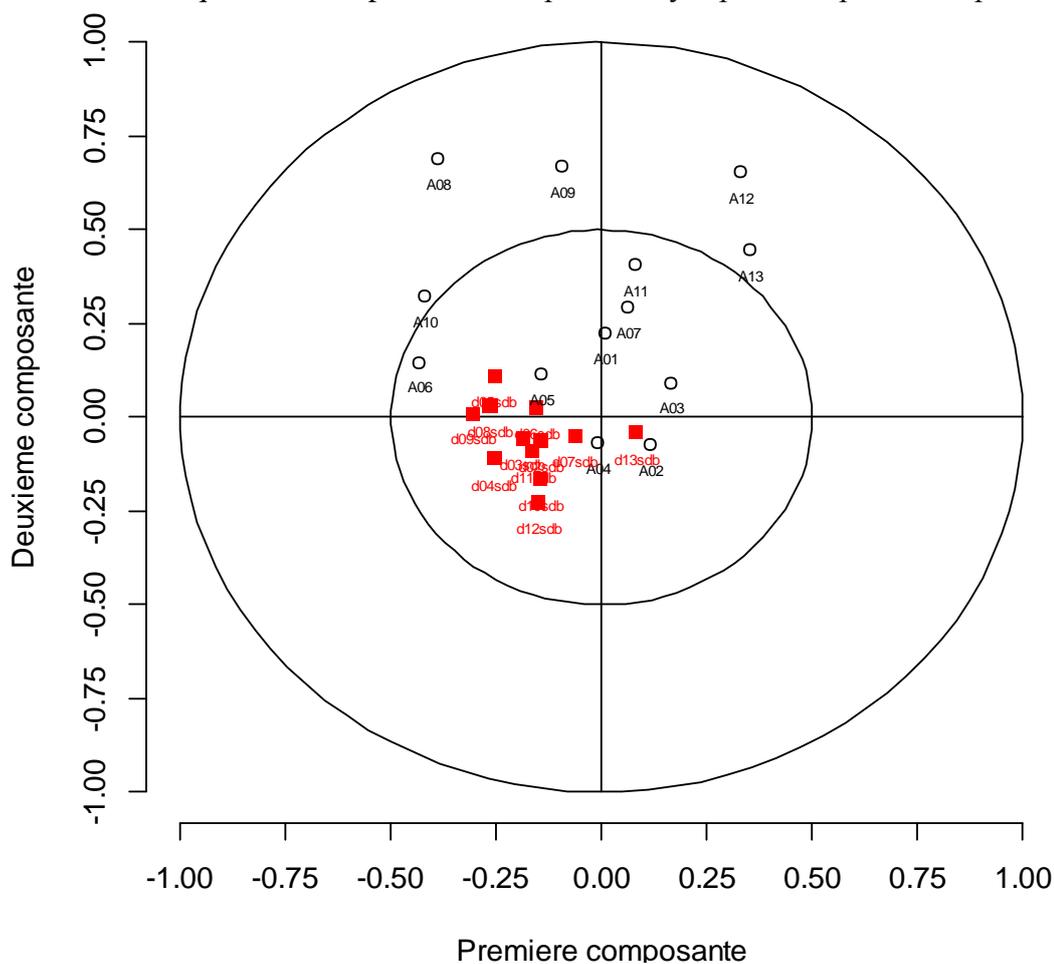
L'analyse de redondance

Dans la salle de bain le groupe de variables architecturales explique 12,4% du groupe de variables cliniques avec un risque de 1,4% de se tromper en rejetant l'hypothèse selon laquelle les groupes de variables cliniques et architecturales ne seraient pas linéairement liées.

	Valeur	%
Totale	36,673	100,000
Contrainte	4,544	12,391
Non-contrainte	32,129	87,609
Résultats du test de permutation :		
Permutations	500	
Pseudo F	0,141	
p-value	0,014	
alpha	0,050	

Les résultats de l'analyse canonique et le choix des axes

L'analyse des résultats des tests de significativité des axes canoniques indique qu'aucun des axes ne doit être conservé. La valeur du Lambda de Wilks calculée durant le test Asymptotique pour le premier axe est déjà de 0,476 ; et elle est pour le test de permutation de 0,271. De plus, le graphique du cercle des corrélations canoniques permet de voir que seules les variables architecturales se situent loin du centre du cercle. Ce sont donc comme cela était le cas dans les WC uniquement les co-variables architecturales qui contribuent aux coefficient de corrélation canonique. Nous ne poursuivrons pas l'analyse plus loin pour cette pièce.



Le contexte

L'analyse de redondance

Les résultats de l'analyse de redondance permettent de voir que les variables architecturales qui concernent le contexte « général » expliquent 12,9% du groupe de variables cliniques avec un risque de se tromper de 4,2% en concluant que ces deux groupes de variables sont liés .

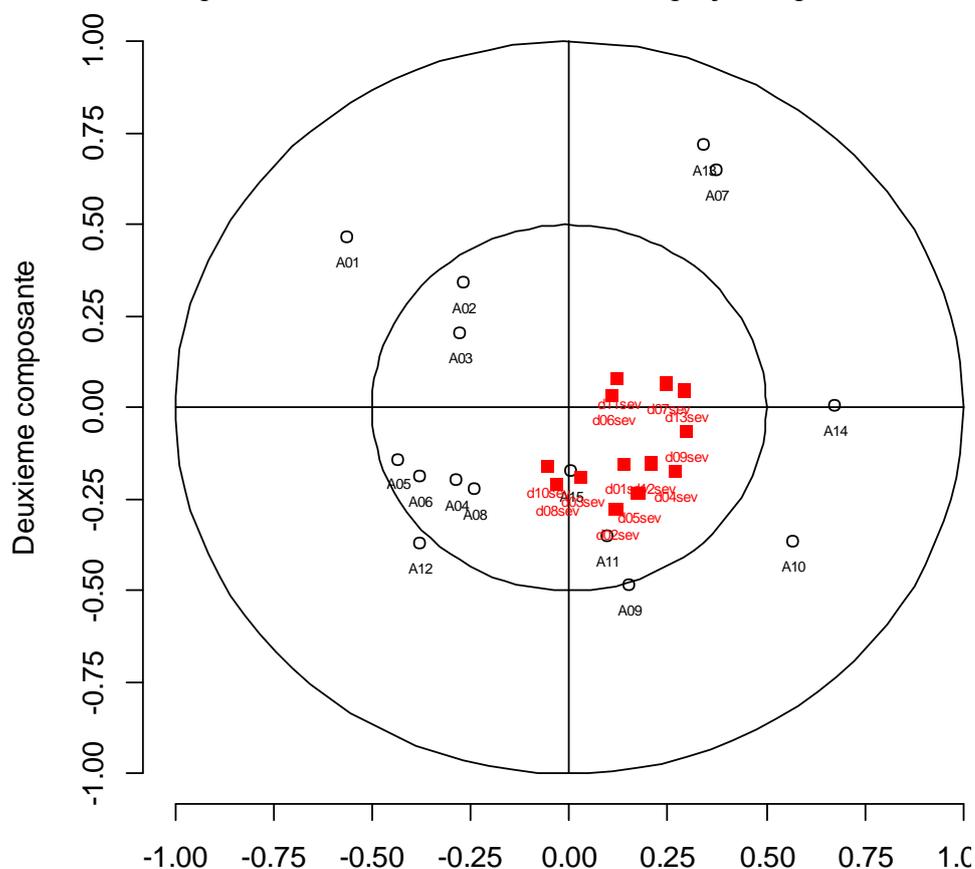
	Valeur	%
Totale	357,689	100,000
Contrainte	46,195	12,915
Non-contrainte	311,494	87,085

Résultats du test de permutation :

Permutations	500
Pseudo F	0,148
p-value	0,042
alpha	0,050

Les résultats de l'analyse canonique et le choix des axes

Malgré les résultats de l'analyse de redondance et du test de significativité (associé à cette dernière) qui semblent indiquer un lien entre les deux groupes de variables ; nous ne continuerons pas l'analyse portant sur les « variables relatives au contexte de l'établissement » pour deux raisons. D'une part, par ce que les tests d'hypothèses concernant le choix des axes à retenir indiquent de ne retenir aucun des axes (résultats du test asymptotique : $\Lambda = 0,292$; résultats du test de permutation: $\Lambda = 0,171$). D'autre part, l'analyse du graphique permet de voir que toutes les variables cliniques sont proches de l'origine du cercle alors que les variables architecturales sont projetées plutôt vers l'extérieur.



Parcours 1

L'analyse de redondance

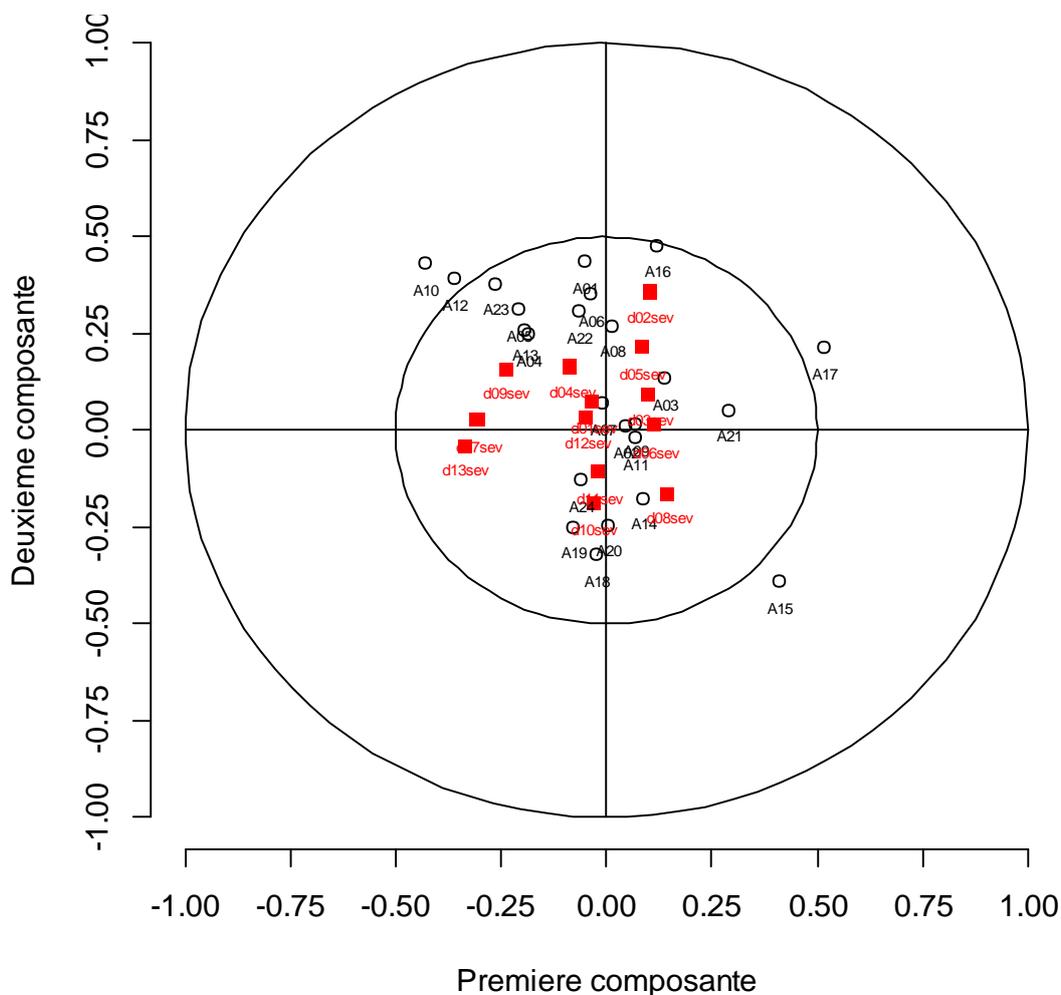
Les résultats de l'analyse de redondance permettent de voir que dans le parcours qui va de la chambre des résidents à la salle à manger, le groupe de variables architecturales expliquent 19,6% du groupe de variables cliniques. La p-value calculée durant le test de significativité ne vient pas confirmer que ces deux groupes seraient liés. Elle est égale à 0,112 ce qui est un peu supérieur au seuil de significativité alpha fixé à 0,05. Nous ne pouvons donc pas rejeter l'hypothèse selon laquelle ces deux groupes de variables ne seraient pas linéairement liés.

	Valeur	%
Totale	353,954	100,000
Contrainte	69,431	19,616
Non-contrainte	284,524	80,384

Résultats du test de permutation :	
Permutations	500
Pseudo F	0,244
p-value	0,112
alpha	0,050

L'analyse canonique et le choix des axes

Même si les résultats du test de significativité de l'analyse de redondance ne permettent pas de retenir l'hypothèse de l'existence d'une relation entre le groupe de variables architecturales et le groupe de variables cliniques, on peut voir qu'un des tests de significativité du choix des axes de l'analyse canonique semble indiquer qu'il serait possible de retenir un axe. En effet la valeur associée au test de permutation pour le premier axe est de 0,05 ; par contre les résultats du test asymptotique pour le premier axe indiquent une valeur pour le Lambda de Wilks de 0,123 ce qui n'est pas significatif par rapport au seuil alpha de 0,05. Nous analyserons donc les résultats de l'analyse canonique uniquement sur le premier axe et en conservant une vigilance sur les conclusions à tirer de ces résultats. Il s'agira avant tout de vérifier si ces résultats semblent aller dans la même direction que les résultats des autres pièces et parcours plutôt que de formuler de véritables hypothèses à partir de ces résultats.



A10	L'obscurité maximum de la teinte des murs durant le parcours,	A17	L'obscurité minimum de la teinte des sols
A12	Quantités de teintes utilisées sur les sols	A23	Nombre de changements de matériaux (sols)
A15	Saturation minimum des sols		

Les variables cliniques qui ont été retenues car elles sont celles qui contribuent le plus au premier axe sont *la manifestation de l'affectivité et les contacts corporels* et *l'autonomie personnelle*. Ces variables cliniques varient dans le même sens que les variables architecturales suivantes : *La quantité de teintes présentes au niveau des sols, l'obscurité maximum des murs, le nombre de changements de matériaux au niveau des sols.*

Les variables architecturales qui varient en sens inverse de ces variables cliniques sont : *l'obscurité minimum des sols* et *la saturation minimum des sols.*

Parcours 2

L'analyse de redondance

Dans le parcours qui va de la salle à manger à la salle manuelle le groupe de variables architecturales explique seulement 1,8% du groupe de variables cliniques. Une part très faible est expliquée par les variables architecturales avec un risque de rejeter l'hypothèse selon laquelle les deux groupes ne seraient pas linéairement liés de 86,40%. Toutefois, il y avait seulement trois variables dans le groupe architectural (la distance totale parcourue, la distance parcourue à l'intérieur et la variation de hauteur entre la salle à manger et la circulation).

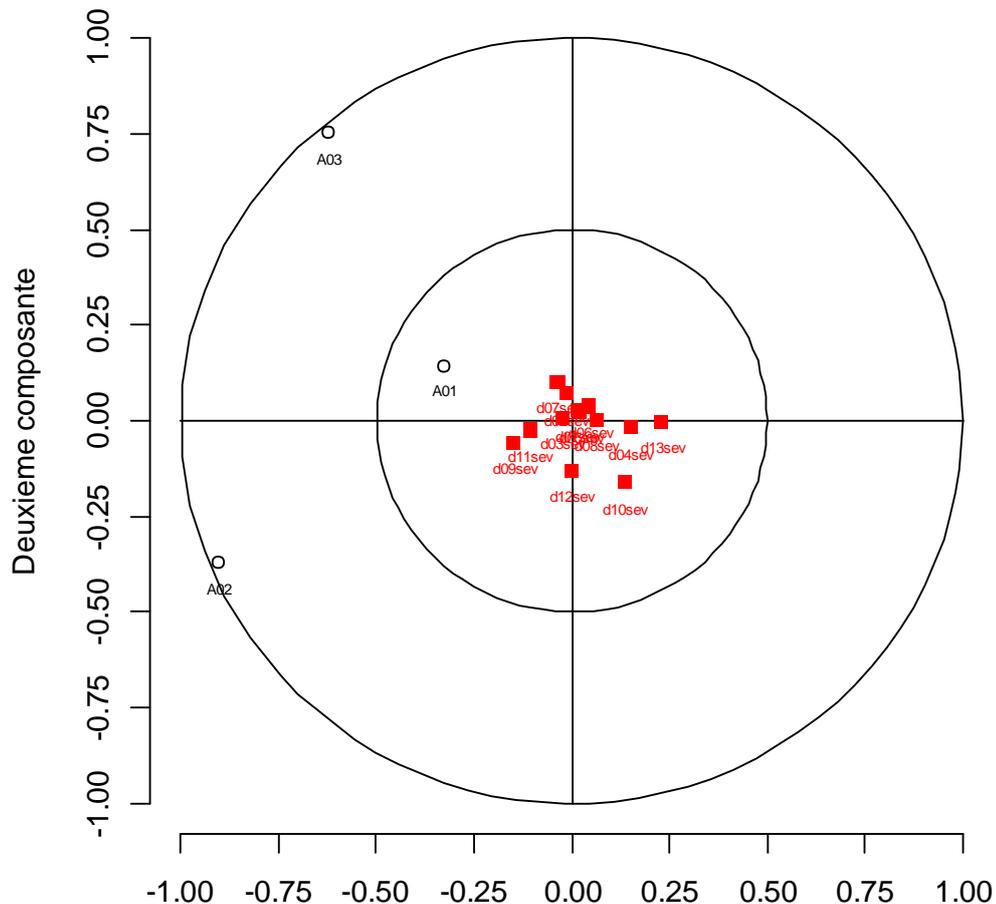
Inertie :		
	Valeur	%
Totale	358,561	100,000
Contrainte	6,529	1,821
Non-contrainte	352,032	98,179

Résultats du test de permutation :

Permutations	500
Pseudo F	0,080
p-value	0,820
alpha	0,050

L'analyse canonique et le choix des axes

Les résultats des tests de significativité montrent que l'on ne peut retenir **aucun des axes**. De plus, quand on regarde le graphique on constate que ce sont uniquement les co-variables architecturales qui contribuent. Au regard des résultats de l'analyse de redondance et de l'analyse canonique, il est préférable de ne pas continuer l'analyse.



Analyse canonique - parcours 3

L'analyse de redondance

Dans le parcours qui va de la salle à manger à la salle motrice le groupe de variables architecturales explique seulement 1,1% du groupe de variables cliniques avec un risque de 92,80% de se tromper en rejetant l'hypothèse selon laquelle les deux groupes ne seraient pas linéairement liés. Une part très faible est donc expliquée par les variables architecturales. Toutefois, il y avait seulement deux variables dans le groupe architectural (la distance totale parcourue et la distance parcourue à l'intérieur).

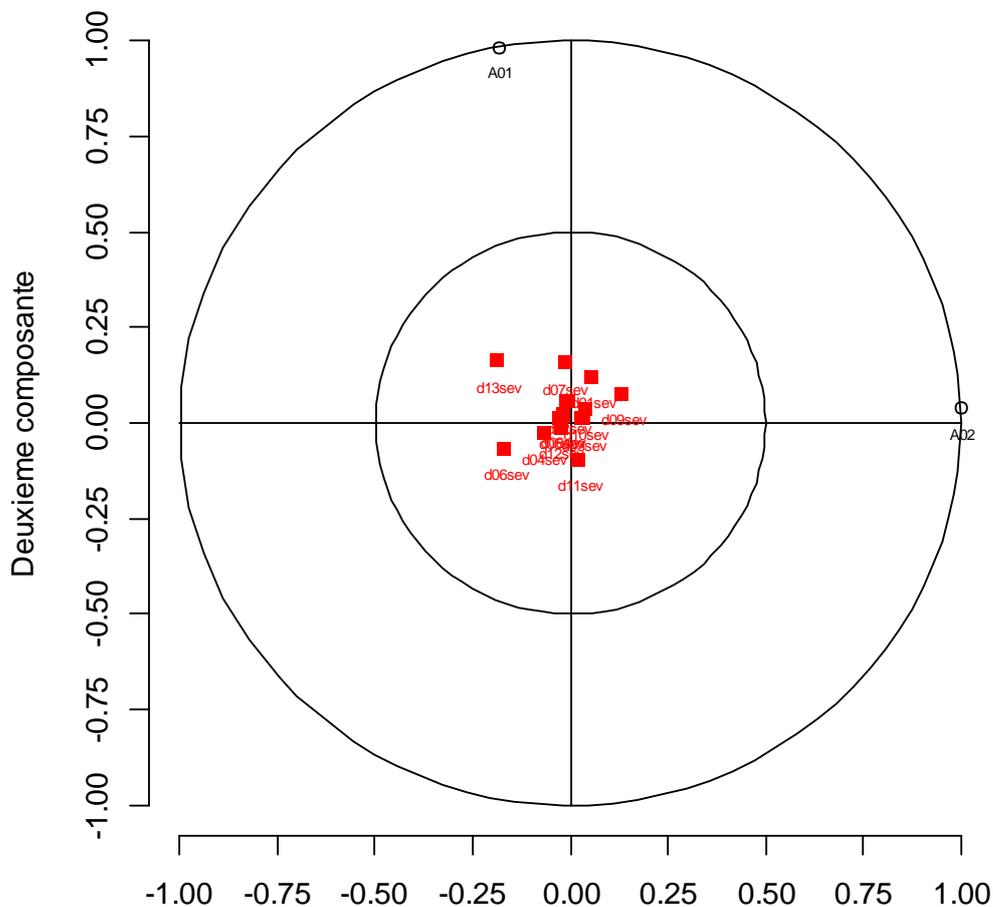
Inertie :		
	Valeur	%
Totale	363,107	100,000
Contrainte	4,100	1,129
Non-contrainte	359,007	98,871

Résultats du test de permutation :

Permutations	500
Pseudo F	0,074
p-value	0,928
alpha	0,050

L'analyse canonique et le choix des axes

Les résultats des tests de significativité montrent que l'on ne peut retenir **aucun des axes**. De plus, quand on regarde le graphique on s'aperçoit que ce sont uniquement les co-variables architecturales qui contribuent. Au regard des résultats de l'analyse de redondance et de l'analyse canonique, il est préférable de ne pas continuer l'analyse.



Analyse canonique - parcours 4

L'analyse de redondance

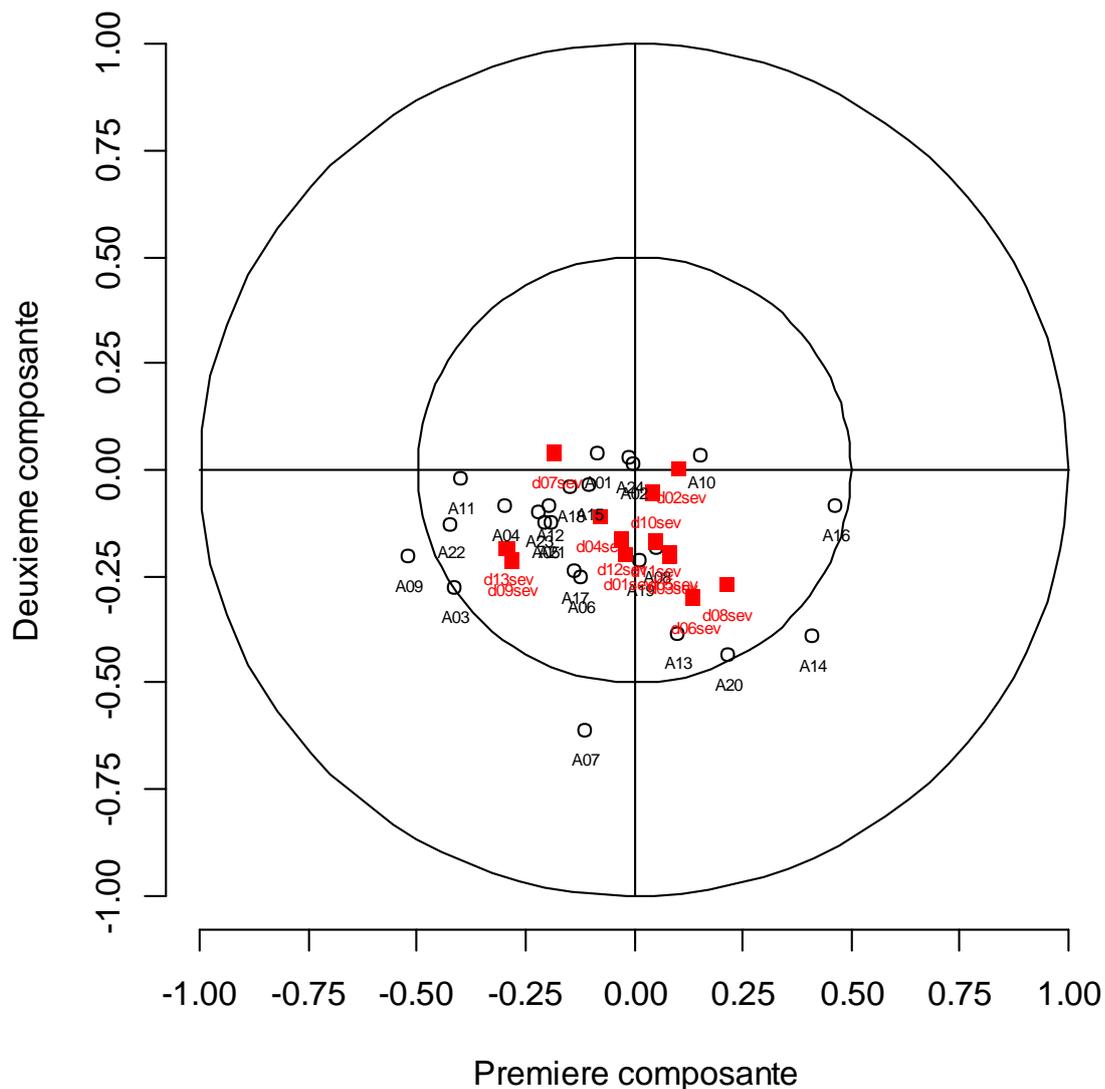
Les résultats de l'analyse de redondance permettent de voir que dans le parcours qui va de la chambre des résidents au salon le groupe de variables architecturales explique 23,12% du groupe de variables cliniques. La p-value calculée durant le test de significativité vient confirmer que ces deux groupes seraient liés. Elle est égale à 0,014, et est par conséquent inférieure au seuil de significativité alpha fixé à 0,05. Nous rejeterons donc l'hypothèse selon laquelle ces deux groupes de variables ne seraient pas linéairement liés. En retenant l'hypothèse alternative, le risque de se tromper est de 1,4%.

Inertie :		
	Valeur	%
Totale	357,625	100,000
Contrainte	82,693	23,123
Non-contrainte	274,933	76,877

Résultats du test de permutation :	
Permutations	500
Pseudo F	0,301
p-value	0,014
alpha	0,050

L'analyse canonique et le choix des axes

L'analyse des résultats des tests de significativité des axes canoniques indique qu'il est pertinent de ne retenir que le premier axe pour la suite de l'analyse (valeur du Lambda = 0,053 pour le premier axe avec le test asymptotique et valeur du Lambda = 0,051 avec le test de permutation ; ces valeurs sont très légèrement au-dessus du seuil fixée à 0,05). En effet, les deux tests (permutation et asymptotique) indiquent que la valeur Lambda de Wilks n'est plus significative dès le deuxième axe (elle est de 0,102 pour le test asymptotique et de 0,099 pour le test de permutation). Nous conserverons donc seulement le premier axe.



Hauteur maximum durant le parcours	A03
L'obscurité maximum de la teinte des murs	A09
Quantités de teintes utilisées sur les sols	A11
Saturation minimum des sols	A14
L'obscurité minimum de la teinte des sols	A16
Quantité de matériaux sur les sols	A22

Les variables cliniques qui ont été retenues car elles contribuent fortement au premier axe sont *la réactivité au changement et à la frustration et l'autonomie personnelle*. Elles varient dans le même sens que les variables architecturales suivantes :

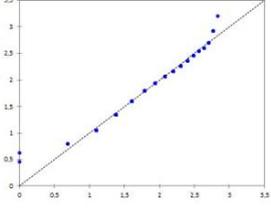
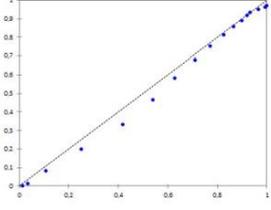
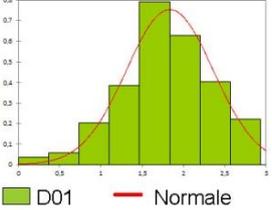
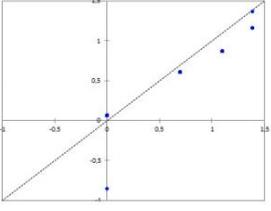
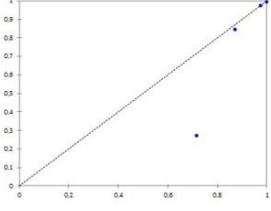
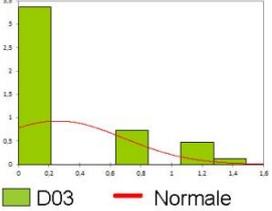
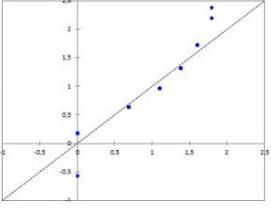
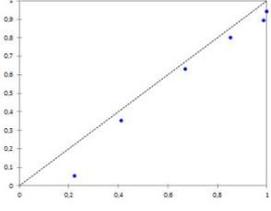
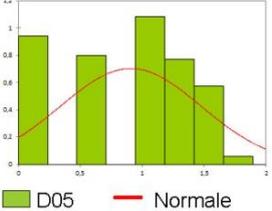
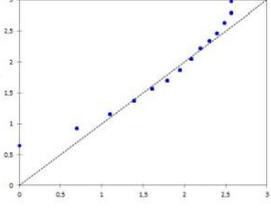
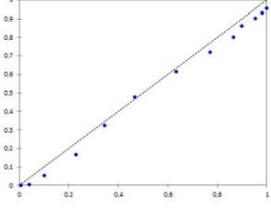
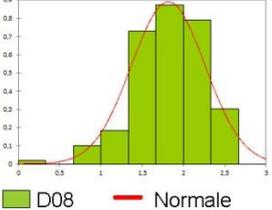
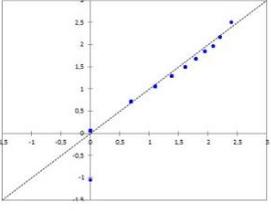
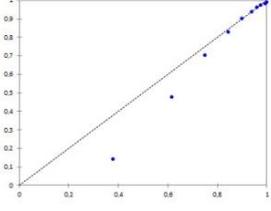
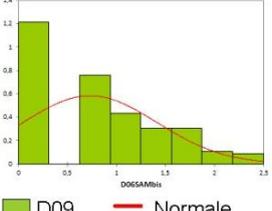
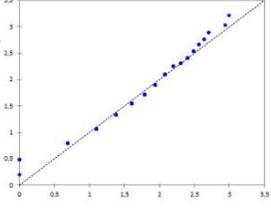
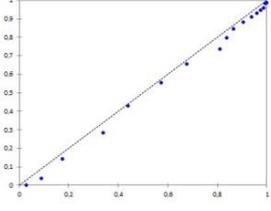
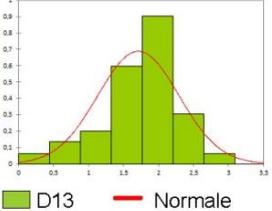
- *La hauteur maximum durant le parcours,*
- *L'obscurité maximum de la teinte des murs durant le parcours,*
- *La quantité de teintes utilisées pour le sol durant le parcours,*
- *La quantité de matériaux utilisés au niveau du sol.*

Les variables cliniques varient dans le sens inverse que les variables architecturales suivantes:

- *L'obscurité minimum de la teinte des sols,*
- *La saturation minimum des sols.*

Annexe 6 Normalité des variables à modéliser

Après transformation logarithmique

		Graphiques Q-Q Plot	Graphiques P-P Plot	Histogrammes
SALON	D09			 ■ D01 — Normale
	D13			 ■ D03 — Normale
SALLE A MANGER	D01			 ■ D05 — Normale
	D02			 ■ D08 — Normale
	D06			 ■ D09 — Normale
	D08			 ■ D13 — Normale

		Graphiques Q-Q Plot	Graphiques P-P Plot	Histogrammes
SALLE MANUELLE	D01			
	D03			
	D05			
	D08			
	D09			
	D13			

		Graphiques Q-Q Plot	Graphiques P-P Plot	Histogrammes
SALLE MANUELLE	D01			
	D03			
	D05			
	D08			
	D09			
	D13			

Annexe 7 Tableaux d'analyse de la variance et des coefficients d'ajustement

Les salons : D09

Coefficients d'ajustement :

Observations	148,000
Somme des poids	148,000
DDL	136,000
R ²	0,241
R ² ajusté	0,179
MCE	0,230
RMCE	0,480
MAPE	20,651
DW	1,877
Cp	10,471
AIC	-206,067
SBC	-170,100
PC	0,893

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	11	9,908	0,901	3,917	< 0,0001
Erreur	136	31,272	0,230		
Total corrigé	147	41,180			

Les salles à manger : D08

Coefficients d'ajustement :

Observations	148,000
Somme des poids	148,000
DDL	139,000
R ²	0,277
R ² ajusté	0,235
MCE	0,258
RMCE	0,507
MAPE	23,222
DW	2,357
Cp	6,832
AIC	-192,057
SBC	-165,082
PC	0,817

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	8	13,709	1,714	6,654	< 0,0001
Erreur	139	35,799	0,258		
Total corrigé	147	49,508			

Les salles à manger : D02

Coefficients d'ajustement :

Observations	148,000
Somme des poids	148,000
DDL	142,000
R ²	0,151
R ² ajusté	0,122
MCE	0,177
RMCE	0,421
MAPE	21,858
DW	1,971
Cp	5,222
AIC	-250,056
SBC	-232,073
PC	0,920

Analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	4,495	0,899	5,067	0,0003
Erreur	142	25,193	0,177		
Total corrigé	147	29,688			

Les salles à manger : D06

Coefficients d'ajustement

Observations	148,000
Somme des poids	148,000
DDL	143,000
R ²	0,109
R ² ajusté	0,084
MCE	0,429
RMCE	0,655
MAPE	35,868
DW	1,763
Cp	1,678
AIC	-120,173
SBC	-105,187
PC	0,954

Analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	7,490	1,873	4,360	0,002
Erreur	143	61,416	0,429		
Total corrigé	147	68,906			

Salles d'activités motrices : D02

Coefficients d'ajustement

Observations	89,000
Somme des poids	89,000
DDL	82,000
R ²	0,180
R ² ajusté	0,120
MCE	0,232
RMCE	0,481
MAPE	26,312
DW	1,545
Cp	7,000
AIC	-123,440
SBC	-106,019
PC	0,960

Analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	4,164	0,694	2,995	0,011
Erreur	82	18,999	0,232		
Total corrigé	88	23,163			

Salles d'activités motrices : D09

Coefficients d'ajustement

Observations	89,000
Somme des poids	89,000
DDL	84,000
R ²	0,218
R ² ajusté	0,181
MCE	0,230
RMCE	0,480
MAPE	23,283
DW	2,323
Cp	2,226
AIC	-125,901
SBC	-113,457
PC	0,875

Analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	5,395	1,349	5,861	0,0003
Erreur	84	19,330	0,230		
Total corrigé	88	24,725			

Les salles d'activités manuelles : D03

Coefficients d'ajustement

Observations	113,000
Somme des poids	113,000
DDL	106,000
R ²	0,185
R ² ajusté	0,139
MCE	0,210
RMCE	0,459
MAPE	24,759
DW	2,329
Cp	5,625
AIC	-169,453
SBC	-150,361
PC	0,922

Analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	5,075	0,846	4,023	0,001
Erreur	106	22,285	0,210		
Total corrigé	112	27,360			

Les salles d'activités manuelles : D05

Coefficients d'ajustement :

Observations	113,000
Somme des poids	113,000
DDL	109,000
R ²	0,158
R ² ajusté	0,134
MCE	0,256
RMCE	0,506
MAPE	25,329
DW	2,151
Cp	3,467
AIC	-149,933
SBC	-139,024
PC	0,904

Analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	5,224	1,741	6,795	0,0003
Erreur	109	27,931	0,256		
Total corrigé	112	33,155			

Les salles d'activités manuelles : D08

Coefficients d'ajustement

Observations	113,000
Somme des poids	113,000
DDL	106,000
R ²	0,262
R ² ajusté	0,220
MCE	0,293
RMCE	0,541
MAPE	27,036
DW	2,154
Cp	5,370
AIC	-132,079
SBC	-112,987
PC	0,835

Analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	11,016	1,836	6,274	< 0,0001
Erreur	106	31,021	0,293		
Total corrigé	112	42,036			

Les salles d'activités manuelles : D09

Coefficients d'ajustement

Observations	113,000
Somme des poids	113,000
DDL	108,000
R ²	0,221
R ² ajusté	0,192
MCE	0,332
RMCE	0,576
MAPE	27,136
DW	1,663
Cp	3,095
AIC	-119,730
SBC	-106,093
PC	0,851

Analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	10,154	2,539	7,648	< 0,0001
Erreur	108	35,850	0,332		
Total corrigé	112	46,004			

Les circulations : D09

Coefficients d'ajustement

Observations	148,000
Somme des poids	148,000
DDL	142,000
R ²	0,193
R ² ajusté	0,165
MCE	0,273
RMCE	0,523
MAPE	24,383
DW	1,689
Cp	2,645
AIC	-186,013
SBC	-168,030
PC	0,875

Analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	9,291	1,858	6,795	< 0,0001
Erreur	142	38,834	0,273		

