

UNIVERSITE DE NANTES

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2016

N° 046

**Visite virtuelle du centre de soins  
dentaires : Intérêt vis à vis des  
personnes avec autisme**

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR  
EN CHIRURGIE DENTAIRE

*Présentée et soutenue publiquement par*

**Romain SÉGUIN**

Né le 29/08/1988

Le 11/10/2016 devant le jury ci-dessous :

Président : M. le Professeur Yves AMOURIQ

Assesseur : Mme. le Professeur Fabienne PEREZ

Assesseur : M. le Docteur Gilles AMADOR DEL VALLE

Assesseur : Mme. le Docteur Sylvie DAJEAN-TRUTAUD

Directeur : Mme. le Docteur Serena LOPEZ-CAZAUX

<b>UNIVERSITÉ DE NANTES</b>	
<b>Président</b>	Pr LABOUX Olivier
<b>FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE</b>	
<b>Doyen</b>	Pr AMOURIQ Yves
<b>Assesseurs</b>	Dr BADRAN Zahi Pr SOUEIDAN Assem Pr WEISS Pierre
<b>Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.</b>	
Madame ALLIOT-LICHT Brigitte Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur LESCLOUS Philippe	Madame PEREZ Fabienne Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre
<b>Professeurs des Universités</b>	
Monsieur BOULER Jean-Michel	
<b>Professeurs Emérites</b>	
Monsieur BOHNE Wolf	Monsieur JEAN Alain
<b>Praticiens Hospitaliers</b>	
Madame DUPAS Cécile Madame LEROUXEL Emmanuelle	Madame HYON Isabelle Madame GOEMAERE GALIERE Hélène
<b>Maîtres de Conférences Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.</b>	<b>Assistants Hospitaliers Universitaires des C.S.E.R.D.</b>
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BADRAN Zahi Madame BLERY Pauline Monsieur BODIC François Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Madame ENKEL Bénédicte Monsieur GAUDIN Alexis Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Madame JORDANA Fabienne Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Monsieur RENAUDIN Stéphane Madame ROY Elisabeth Monsieur STRUILLOU Xavier Monsieur VERNER Christian	Monsieur AUBEUX Davy Madame BERNARD Cécile Madame BOEDEC Anne Madame BRAY Estelle Monsieur CLÉE Thibaud Madame CLOITRE Alexandra Monsieur DAUZAT Antoine Madame MAIRE-FROMENT Claire-Hélène Monsieur DRUGEAU Kévin Madame GOUGEON Béatrice Monsieur LE BOURHIS Antoine Monsieur LE GUENNEC Benoît Madame MAÇON Claire Madame MERAMETDJIAN Laure Monsieur PILON Nicolas Monsieur PRUD'HOMME Tony Monsieur ROLOT Morgan
<b>Enseignants Associés</b>	<b>A.T.E.R.</b>
Monsieur KOUADIO Alain (Assistant Associé) Madame RAKIC Mia (MC Associé) Madame VINATIER Claire (MC Associé)	Monsieur LAPERINE Olivier

**Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.**

## **REMERCIEMENTS**

### **A Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ**

Docteur en Chirurgie Dentaire.  
Professeur des Universités.  
Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires.  
Département de Prothèse.  
Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire.  
Chef du service d'Odontologie Restauratrice et Chirurgicale.

- NANTES -

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ce travail.  
Pour votre grande expérience, vos conseils, l'excellence de votre enseignement, mais aussi  
votre bienveillance et votre sympathie.  
Veuillez recevoir ici mes plus profonds remerciements et tout mon sincère respect.*

**A Madame le Docteur Serena LOPEZ-CAZAUX**

Docteur en Chirurgie Dentaire.

Docteur de l'université.

Maitre de Conférences des Universités.

Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires.

Département d'Odontologie Pédiatrique.

- NANTES -

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger cette thèse.*

*Pour vos nombreux conseils, votre pleine implication, votre disponibilité, votre réactivité dans nos échanges. Pour votre franchise et votre compréhension.*

*Veillez recevoir ma plus sincère estime et mon réel respect pour votre travail.*

**A Madame le Professeur Fabienne PÉREZ**

Docteur en Chirurgie Dentaire.  
Professeur des universités.  
Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires.  
Département d'Odontologie Conservatrice- Endodontie.  
Docteur de l'université de Toulouse 3.  
Habilitation à Diriger des Recherches.  
Chef du Service d'Odontologie Conservatrice et Pédiatrique.

- NANTES -

*Pour m'avoir fait l'honneur de participer au jury de mon travail.*

*Pour votre sens clinique, la précision de vos enseignements pédagogiques, et votre rigueur constante. Pour votre investissement perpétuel dans le fonctionnement de nos études et vos nombreuses propositions d'évolutions.*

*Veillez croire en mon entier respect pour votre travail, et ma profonde reconnaissance.*

**A Madame le Docteur DAJEAN-TRUTAUD**

Docteur en Chirurgie Dentaire.

Maître de conférences des universités.

Praticien hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaire.

Docteur de l'Université de Nantes.

Chef du département de Pédodontie.

-NANTES-

*Merci de votre gentillesse, de votre honnêteté, et de l'entrain dont vous avez toujours fait preuve pour ce travail. Pour vos réflexions pleines de sens, pour votre implication. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de ma gratitude la plus sincère et de mon profond respect.*

**A Monsieur le Docteur Gilles AMADOR DEL VALLE**

Docteur en chirurgie dentaire  
Maître de conférences des universités  
Praticien hospitalier des centres de soins d'enseignement et de recherche dentaire  
Docteur de l'université de Nantes  
Habilité à diriger des recherches  
Chef du département de Santé Publique, UFR Odontologie de Nantes  
Chef du pôle hospitalo-universitaire 4 – OTONN, CHU de Nantes

- NANTES -

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de participer à ce jury. Pour vos enseignements cliniques et théoriques toujours concrets et vos conseils précieux. Pour votre sympathie et votre sens de l'humour.*

*Veillez accepter ma gratitude et mes remerciements les plus sincères.*

## TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION .....	12
I/ PERTINENCE DU PROJET VIS A VIS DE L'AUTISME .....	13
<b>I.1 Généralités .....</b>	<b>13</b>
I.1.1 Trouble autistique .....	13
A) Définitions .....	13
B) Classifications .....	14
C) Prévalence .....	15
I.1.2 Autisme et soins dentaires .....	16
A) Autisme et état bucco-dentaire .....	16
B) Les difficultés d'accès aux soins .....	18
a) Inhérentes aux personnes avec autisme .....	19
b) Liées à l'entourage .....	20
c) Liées aux professionnels de santé .....	21
C) Modes de prise en charge .....	22
a) La prise en charge ambulatoire .....	22
b) Les techniques de sédation consciente .....	25
c) L'anesthésie générale .....	26
<b>I.2 Apport de l'outil numérique .....</b>	<b>27</b>
I.2.1 Généralités .....	27
A) Autisme et accès aux nouvelles technologies .....	27
B) Autisme et intérêt des nouvelles technologies .....	28
I.2.2 Domaines d'applications .....	29
A) Utilisation des TICE .....	30
B) Limites .....	31
I.2.3 Supports numériques .....	32
A) Supports mobiles .....	33
B) Robots .....	36
C) Réalité virtuelle .....	37
a) Généralités .....	37
b) Applications thérapeutiques .....	38
I.2.4 Intérêts pour le chirurgien dentiste .....	40
II/ VISITE VIRTUELLE DU CENTRE DE SOINS DENTAIRE DU CHU DE NANTES .....	43
<b>II.1- Présentation .....</b>	<b>43</b>
II.1.1 Naissance du projet .....	43
II.1.2 Cahier des charges .....	43
A) Présentation du projet .....	43
B) Les objectifs .....	44
C) La cible du projet .....	45
D) L'hébergement du projet .....	45
<b>II.2 Création de l'outil de visite virtuelle .....</b>	<b>46</b>
II.2.1 Moyens utilisés .....	46
A) Matériel .....	46
B) Photographie panoramique .....	47

C) Logiciels.....	48
II.2.2 Etapes de réalisation -----	50
A) Liste des étapes .....	50
B) Problèmes rencontrés .....	56
II.2.3 Possibilités techniques -----	59
III/ PERSPECTIVES D'AVENIR ET MISES A JOUR .....	63
<b>III.1 Développement de l'outil .....</b>	<b>63</b>
III.1.1 Extension des possibilités -----	63
III.1.2 Autre public visé-----	64
III.1.3 Autres intérêts-----	64
<b>III.2 Mises à jour .....</b>	<b>65</b>
CONCLUSION.....	66
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	67
TABLE DES ILLUSTRATIONS .....	79

## INTRODUCTION

---

Le trouble du spectre autistique (TSA) est une atteinte complexe dont les manifestations surviennent dès la petite enfance. Il n'existe pas de traitement spécifique, d'autant que les formes thérapeutiques sont extrêmement variées.

Les troubles sociaux ou comportementaux qui le caractérisent rendent la communication et la coopération souvent difficiles. C'est notamment le cas lors de la prise en charge de soins bucco-dentaires.

Il est alors impératif pour le praticien d'adapter son exercice et d'offrir une approche spécifique. Pour cela, il est souvent fait appel à différents outils de communication, comme des dessins, des pictogrammes, des calendriers, des vidéos...

Le but étant alors de réduire l'anxiété du patient, de manière à pouvoir favoriser sa coopération.

C'est dans cette optique qu'a été envisagée la mise en place de ce projet de visite virtuelle du centre de soins dentaires du CHU de Nantes. La création de cet outil a pour objectif d'aider les enfants avec autisme à préparer au mieux les consultations dentaires, à l'heure où le numérique se poste en acteur essentiel de l'information, et de l'éducation.

Après avoir rappelé des notions sur l'autisme, nous évoquerons les différents intérêts que présentent les outils numériques pour cette population.

Ensuite, nous développerons le cheminement de création de notre outil à proprement parler, avant d'essayer de voir les perspectives qu'offre un tel projet.

### I.1 Généralités

#### I.1.1 Trouble autistique

##### A) Définitions

Longtemps considérée comme une pathologie psychiatrique, la perception de l'autisme a beaucoup évolué ces dernières décennies. A l'heure actuelle, on parle ainsi aujourd'hui plus généralement d'un trouble neuro-développemental (106) , qui selon l'Organisation Mondiale de la Santé, regroupe « *un ensemble d'affections caractérisées par un certain degré d'altération du comportement social, de la communication et du langage, et par la modicité des centres d'intérêts et des activités, qui sont spécifiques à la personne et répétitifs* » (92).

Ces manifestations apparaissent au cours des cinq premières années de l'enfant et persistent à l'adolescence et à l'âge adulte (92).

En 1979 ressort d'une étude ce que l'on nommera la triade autistique. Il est fait état des trois différents domaines dont les atteintes semblent signer ce trouble (126).

Cela comprend :

- Des troubles des interactions sociales.
- Des troubles de la communication, verbale ou non verbale.
- Des comportements répétitifs, et des intérêts restreints.

Les troubles du spectre autistique sont désormais plus simplement définis à travers seulement deux grands axes :

- Des Troubles Comportementaux : de type stéréotypies, avec des centres d'intérêts restreints.
- Des Troubles de Communication sociale –*communication verbale ou non-*

## B) Classifications

Différentes classifications existent. Elles sont régulièrement mises à jour pour suivre les différentes avancées en matière de connaissance de l'autisme. On distingue notamment les deux références que sont :

- La CIM, ou Classification Internationale des Maladies, publiée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

La version la plus récente date de 1993 (CIM-10). Cette dernière définit l'autisme comme étant un trouble du développement caractérisé par des perturbations dans les domaines des interactions sociales réciproques, de la communication et par des comportements, intérêts et activités au caractère restreint, répétitif (93).

- La DSM, ou *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, classification des troubles mentaux spécifiques publiée par l'Association Américaine de Psychiatrie (APA). Caractérisé sous la notion de Trouble envahissant du développement (TED) au début des années 1980 dans la classification DSM-III, l'autisme a vu sa définition évoluer au cours des années.

Entre 1992 et 1994 (et la classification DSM-IV), le champ de l'autisme est étendu. Il distingue alors au sein des TED :

- Trouble autistique,
- Syndrome de Rett,
- Syndrome d'Asperger,
- Trouble envahissant du développement non spécifié,
- Troubles désintégratifs de l'enfance.

Une nouvelle version parue en 2013 (DSM-V) simplifie la définition par la création d'une seule catégorie diagnostique : le Trouble du Spectre Autistique (TSA). Ce terme est favorisé car il illustre l'aspect plural de l'atteinte. (*figure 1*)

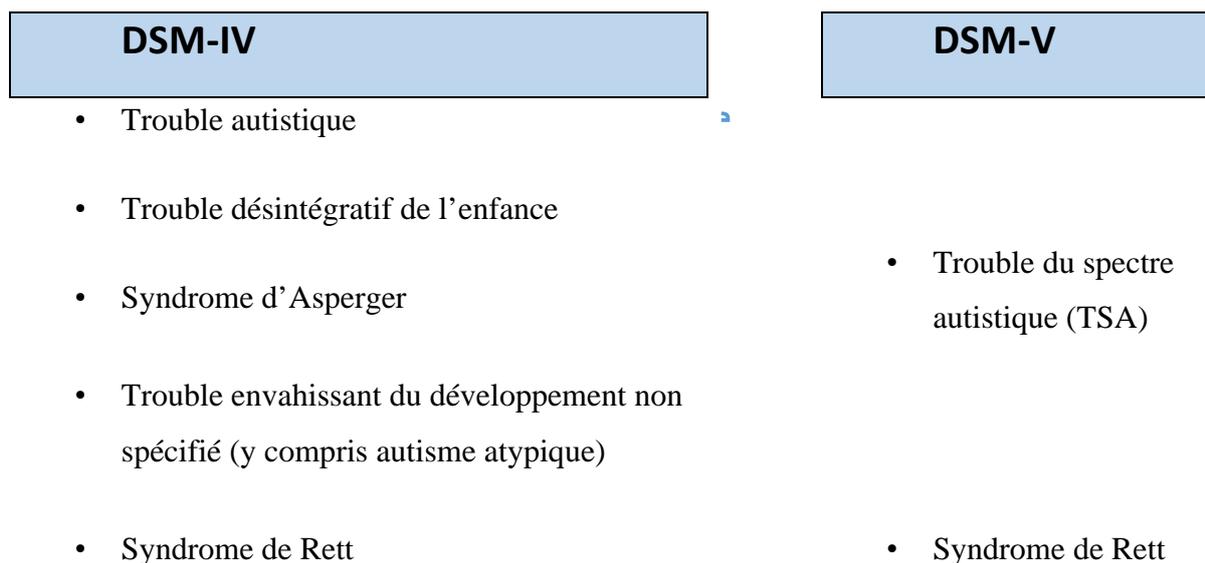


Figure 1 : Comparaison entre DSM-IV et DSM-V

### C) Prévalence

Avec les nouvelles classifications, les limites du diagnostic sont ainsi repoussées. Cela donne pour la prévalence des chiffres de l'ordre de 20/10 000 dès 1994, au lieu de 4 à 5/10 000 dans les années 1970-1980 (36).

Récemment, la Haute Autorité de Santé a publié son estimation de la prévalence à travers les résultats notamment d'Éric Fombonne (46) :

	Fombonne, 1999 (15)	Inserm, 2002 (19)	Fombonne, 2003 (16)	Fombonne, 2005 (17)	Fombonne, 2009 (18)
<b>Nombre d'études incluses dans la revue</b>	23	31	32	40	43
<b>TED</b>	18,7/10 000	27,3/10 000	27,5/10 000	37/10 000	<b>63,7/10 000</b>
Autisme infantile	7,2/10 000	9/10 000	10/10 000	13/10 000	20,6/10 000

Figure 2 : Estimations de la prévalence des troubles envahissants du développement (5)

Une augmentation de la prévalence est confirmée par plusieurs études, comme celle menée à travers plusieurs états des Etats-Unis, qui établit une évolution du nombre de cas décelés entre les années 2002 et 2008 (11).

Aux Etats-Unis, la prévalence évolue comme suit :

2002	2004	2006	2008	2010
1 pour 150	1 pour 125	1 pour 110	1 pour 88	1 pour 68

A l'heure actuelle en France, selon la Haute Autorité de Santé, la prévalence reste estimée à 1 naissance sur 150 (48).

L'augmentation de la prévalence peut être expliquée par plusieurs facteurs, comme notamment l'augmentation du diagnostic de TSA du fait :

- De critères de diagnostic plus larges, comme par la prise en compte de facteurs jusqu'ici non répertoriés,
- De diagnostics plus précoces,
- De diagnostics plus facilement réalisés grâce aux nouvelles connaissances.

Il apparaît donc que les taux croissants de TSA puissent s'expliquer par un cumul de facteurs permettant une meilleure collecte de données et non pas par une vraie augmentation du nombre de personnes atteintes (36).

### **I.1.2 Autisme et soins dentaires**

Les troubles, les traitements médicamenteux et les habitudes orales néfastes des patients avec autisme ont des conséquences bucco-dentaires.

#### **A) Autisme et état bucco-dentaire**

##### **➤ Atteinte carieuse**

En 2008, Loo a publié une étude portant sur près de 400 patients souffrant de troubles du spectre

autistique (76). L'étude était centrée sur l'indice CAO (faisant état des dents avec Carie, des dents Absentes, et des dents avec Obturations), et n'a pas objectivé de différence significative du risque carieux selon le degré d'atteinte du trouble, ou selon les pathologies ou médicaments associés. Dans les résultats, le groupe de patients autistes rapportait un indice CAO significativement moins élevé que celui mesuré chez les patients non-autistes. Une étude d'Orellana et coll. publiée en 2012 va dans le même sens, chez des patients autistes adultes (90).

Dans une autre étude de 2011, Jaber établit un taux de caries significativement plus élevé dans le groupe de patients autistes (au nombre de 61) par rapport au groupe contrôle (61 patients non autistes). La prévalence est de 77% chez les enfants autistes, contre 46% chez les non-autistes (58).

Ces différentes études illustrent les divergences dans les résultats, qui ne permettent pas de conclure quant à une susceptibilité significativement différente aux lésions carieuses pour les patients avec autisme.

Le risque carieux, défini par la Haute Autorité de Santé comme le RCI, pour Risque Carieux Individuel, est établi par la prise en compte de différents facteurs. Selon la définition de la Haute Autorité de Santé (47), les patients avec autisme sont considérés comme à risque carieux élevé car on retrouve chez beaucoup de ces patients différents facteurs de risque :

#### **Individuels :**

- ingestions sucrées régulières en dehors des repas ou du goûter.
- prise au long cours de médicaments sucrés ou générant une hyposialie.
- indice de plaque, auquel on peut préférer par accord professionnel, la présence de plaque visible à l'œil nu sans révélation.

#### **Collectifs :**

- maladies et handicaps entraînant des difficultés de brossage.

#### ➤ **Atteinte parodontale**

Plusieurs études rapportent le niveau d'hygiène orale des enfants autistes comme

significativement inférieur à celui des enfants issus de groupes contrôles (11,69,71,76).

En basant sur l'indice gingival (GI) de Loe et Silness (74), Jaber constate dans ses 2 échantillons de 61 patients une mauvaise hygiène orale dans 59% des cas chez les enfants autistes âgés de 6 à 16 ans, contre environ 15% seulement chez les enfants du groupe contrôle. Ces chiffres sont à relier avec ces résultats sur la prévalence de la gingivite chez ces mêmes patients : 97% des enfants autistes en souffrent, la plupart étant des atteintes généralisées (78%). Il est à noter que certains médicaments comme les anti-épileptiques ou antihypertenseurs peuvent provoquer des atteintes parodontales de type hyperplasiques.

### ➤ **Autres troubles**

Le bruxisme est rapporté comme atteinte fréquente chez les patients du TSA (90).

Une atteinte qu'un peu plus de 20% des parents confirment en observant le sommeil de leur enfant (70).

Des phénomènes d'automutilation sont aussi fréquemment évoqués. Au niveau de la sphère orale, des cas de morsures, de coupures, d'ulcérations gingivales voire d'auto-extractions ont été recensés (84).

## **B) Les difficultés d'accès aux soins**

Il convient d'envisager les difficultés de prise en charge dans le parcours de soins à travers différentes problématiques :

- Celle concernant les personnes avec un trouble autistique
- Celle de la famille
- Celle des professionnels de santé

### *a) Inhérentes aux personnes avec autisme*

Le principal problème est lié au défaut de communication propre à la personne avec autisme. Les interrogations, doutes et craintes ne sont pas formulés de manière appropriée et cela conduit souvent à des stratégies d'évitement voire d'agressivité (71,115).

De plus, l'incapacité à exprimer correctement ses émotions par le patient peut conduire à une sous évaluation diagnostique des douleurs, non perceptibles par l'entourage ou même les professionnels de santé (41).

D'autre part, le manque d'interactions sociales empêche toute anticipation souhaitable des soins et majore donc l'angoisse qu'ils peuvent générer.

L'association de ces deux facteurs rend ainsi plus difficile la création de la relation soignant / soigné (41,68).

D'autres caractéristiques sont en outre à considérer. On peut aussi citer les problèmes sensoriels qui vont avoir un impact sur la prise en charge des soins. Le cabinet dentaire peut rapidement devenir une source d'agression sensorielle au travers des différents bruits, odeurs, ou encore contacts tactiles chez certains patients. Ce sentiment de quasi agression, peut conduire l'enfant avec autisme à des réactions incontrôlables (41).

Ces réactions s'expliquent en partie par certaines anomalies sensitives et sensorielles dont ces personnes souffrent fréquemment. On les regroupe souvent sous le terme d'hypo ou d'hypersensibilités. Ces manifestations peuvent être visibles à différents niveaux lors de l'acte technique (125) :

- La vue : Certains enfants avec autisme peuvent se montrer très peu coopérants lorsqu'ils se sentent observés. C'est notamment le cas quand ils sont sur le fauteuil dentaire, au centre de l'attention. L'éclairage par la lumière du scialytique peut de même provoquer des réactions chez certains enfants.
- L'ouïe : Les nombreux bruits du cabinet dentaire tels que les instruments rotatifs, les ultrasons ou encore l'aspiration peuvent décupler chez eux le caractère déjà anxiogène de l'intrusion de ces mêmes outils en bouche.

- Le toucher : Le fait de mettre en bouche différents instruments révèle un contact tactile sur des zones très rarement sollicitées en temps normal. Il y a donc un manque d'habitude à ces sensations, ainsi qu'aux variations de températures et matières. Ces contacts peuvent d'autant plus donner lieu à des réactions inappropriées que ces zones sont parfois sujettes à des hypo, ou hypersensibilités.
- Le goût, l'odorat : Les produits utilisés, qu'ils soient hors ou en bouche peuvent avoir un goût ou une odeur désagréable, ce qui peut rapidement conduire l'enfant à mal réagir.

### **b) Liées à l'entourage**

La présence d'un enfant autiste dans une famille provoque des bouleversements considérables dans la vie parentale et familiale. L'entourage doit apprendre à faire face aux multiples contraintes pratiques et matérielles propres à chaque déplacement, chaque rendez-vous, ainsi que la fatigue psychologique que cela implique.

Principaux témoins de troubles de comportement, les parents jouent le rôle de premiers évaluateurs et coordonnateurs du suivi général de l'enfant autiste. Selon un sondage de 2009/10 mené aux Etats-Unis à propos des soins sur enfants aux besoins particuliers (18), de nombreux parents accordent une part importante de leur temps dans les soins prodigués à leurs enfants. Cela englobe les tâches administratives, médicales, les déplacements, ou encore la coordination des différents soins. Par semaine, en moyenne 13 % des familles passent plus de 11 heures à s'occuper de ces soins médicaux (19).

Une charge de travail qui peut avoir pour conséquence de reléguer au deuxième plan certains soins, dentaires par exemple.

Une situation qui pourrait expliquer le fait que les parents concernés aient du mal à consulter un chirurgien-dentiste lorsqu'il n'y a pas de problème dentaire.

Selon l'étude de Hennequin et coll., plus de 68% des enfants avec autisme ne sont pas allés chez un chirurgien-dentiste dans l'année qui vient de s'écouler (50). D'autre part, même quand des soins dentaires sont décidés, les déplacements sont souvent décrits par les parents comme des barrières évidentes à l'accessibilité aux soins (29,66).

### *c) Liées aux professionnels de santé*

De nombreux obstacles sont liés aux praticiens eux-mêmes. Le premier obstacle évoqué est la formation à la prise en charge de ces patients. L'étude de Casamassimo rapporte qu'un chirurgien-dentiste sur quatre seulement se considère comme suffisamment formé pour être apte à soigner des patients à besoins spécifiques (17)

En 2010, une autre étude indique que 86% des chirurgiens-dentistes en omnipratique et 82% des chirurgiens-dentistes spécialisés en pédodontie considèrent ne pas avoir eu suffisamment de connaissances lors de leurs études pour traiter des patients autistes (123). Des chiffres aussi illustrés par l'étude de Dao où près de 60% des chirurgiens-dentistes qualifient l'enseignement reçu dans leur formation de « très peu correct » à « pas du tout correct » concernant les patients à besoins particuliers (25).

Un manque important car lors de leur activité libérale, les chirurgiens-dentistes se retrouvent moins aptes à recevoir régulièrement des patients handicapés ou à besoins médicaux particuliers, du fait de ce manque de connaissance. C'est ce qu'illustre Smith en observant une corrélation significative entre la sensibilisation lors des études et l'implication en tant que chirurgien-dentiste confirmé face à ce type de soins (113).

Cela implique donc qu'un nombre restreint de chirurgiens-dentistes est capable, ou se sent capable de prendre en charge un enfant atteint de trouble du spectre autistique (113). Les délais sont ainsi plus importants chez les chirurgiens-dentistes les acceptant, et c'est par conséquent toute la politique de prévention qui s'en trouve affectée.

Enfin, certains freins évoqués par les chirurgiens-dentistes le sont à travers la nécessité d'une structure et de matériel adaptés (75) (soins sous MEOPA, anesthésie générale), du manque de valorisation financière de ces soins (33), ou encore du manque de temps à accorder à ces patients souvent moins coopérant (71).

En effet, l'application de méthodes comportementales classiques pour réduire la peur des soins dentaires et accroître leur acceptation peut être longue. Le nombre et la durée des visites nécessaires pour chaque patient est important et peut varier considérablement, sans programme type fonctionnant systématiquement pour tous les patients (12,23,65).

### **C) Modes de prise en charge**

L'acceptation des soins dépend fondamentalement de la capacité du praticien à mettre en place différents outils de communication. Il lui est nécessaire de s'adapter au degré de compréhension du patient, en suivant les conseils de l'entourage, afin d'établir un contact, de pouvoir anticiper les comportements et ainsi adapter son exercice (41,52). Les patients souffrant de troubles du spectre autistique utilisent et comprennent de manière moins systématique le langage verbal (16).

On distingue différents types de prises en charge des patients : soins en ambulatoire, soins sous sédation consciente, soins sous anesthésie générale.

Le choix de la technique utilisée va être directement dictée par la coopération du patient. Cette dernière étant elle même grandement liée à l'anxiété de l'enfant (35).

#### **a) La prise en charge ambulatoire**

La peur est définie comme un sentiment d'angoisse éprouvé en présence ou à la pensée d'un danger, réel ou supposé, d'une menace (32).

En matière de soins dentaires, on pourrait distinguer la peur à différents niveaux (18) :

- La peur de l'inconnu (les lieux, les instruments).
- La peur de la douleur ou son anticipation.

Pour remédier à ces craintes, le praticien doit s'adapter le plus possible au patient dans le but d'obtenir une communication toujours plus claire. L'accès aux soins ambulatoires en cabinet dentaire requiert souvent chez l'enfant un long conditionnement et un processus de renforcement avant que les traitements puissent être débutés (86).

Un rapport à l'espace particulier est relaté par de nombreux auteurs. Torjman & Charras expliquent par exemple que les enfants avec autisme se trouvent souvent incapables « de répondre aux stimuli provenant de l'environnement. Ainsi, certaines situations environnementales et stimuli sensoriels peuvent déclencher chez les enfants autistes des réponses au stress inattendues ou anormalement élevées » (118).

Au sein du cabinet dentaire, les stimuli sont nombreux, et sollicitent tous les sens. Cette surcharge sensorielle associée à un état interne d'hyperexcitation peut conduire à l'impulsivité de l'enfant, et des gestes incontrôlables (40,64).

Pour limiter ces effets, « *plusieurs visites dans le centre dentaire peuvent s'avérer nécessaires, bien avant le début du traitement en lui même, pour aider à mieux se familiariser avec les lieux, et commencer à établir une routine* » (79).

C'est ce que l'on appelle le processus de désensibilisation.

Plusieurs auteurs s'accordent sur le fait qu'une approche lente et progressive à l'environnement dentaire, accompagnée de contacts calmes et non menaçants est fortement recommandée (102). Il est suggéré de répéter certaines situations à la maison avant d'aller au rendez-vous pour aider l'enfant à se familiariser avec les instruments et protocoles dentaires. Cela peut inclure le fait d'introduire par les parents auprès de l'enfant quelques commandes simples comme « baisse les mains », « ouvre la bouche » ou « regarde-moi ». Des commandes qui participeront lors du soin à favoriser le travail du praticien, tout comme les parents, dont la présence peut rassurer au moment du soin (68).

La peur des instruments et des soins de manière générale peut être améliorée par des techniques comportementales de base, comme le renforcement positif, le contrôle de la voix, ou encore par la méthode dite « tell-show-do » où le chirurgien-dentiste explique ce qu'il va faire et montre le matériel utilisé avant de passer à l'acte. Dans le même esprit, on peut citer le « tell-show-feel-do » où, à la présentation de chaque nouvel instrument, le praticien laisse l'enfant manipuler l'objet. Cette présentation est particulièrement importante pour les objets bruyants, dont l'utilisation peut s'avérer effrayante pour l'enfant (28).

Cependant, l'effet de ces techniques d'approches comportementales classiques est plus limité chez les enfants avec TSA par rapport à des enfants neurotypiques (52).

D'autres approches, plus spécifiques utilisant la pédagogie visuelle et l'exposition progressive répétée seront à privilégier chez le patient avec autisme. C'est là que peuvent entrer en jeu dessins, photo, vidéo, et plus généralement, des outils numériques. Ces derniers vont être des médiateurs dans la prise en charge bucco-dentaire. Ils s'appuient sur des approches comportementales classiquement utilisées chez les patients avec TSA.

Pour ces patients, les méthodes de désensibilisation peuvent fonctionner dans le cadre d'un programme de thérapie complète et peuvent être simplement appliquées pour répondre à des objectifs spécifiques, comme l'augmentation de leur capacité à subir un examen dentaire. Les programmes de désensibilisation et d'approche graduelle ont démontré leur efficacité pour des patients avec autisme (127,128).

Parmi ces approches spécifiques aux patients avec autisme, on peut citer :

- La méthode A.B.A. (Applied Behavior Analysis) définie par un programme de techniques de modification du comportement et de développement de compétences. Elle se compose essentiellement de deux types d'enseignements (1,52).
  - L'enseignement « structuré », qui se réalise assis au bureau ou dans le cadre scolaire. L'apprentissage est décomposé initialement en séances, répétées en successions rapides.
  - L'enseignement « incidentel » qui peut s'appliquer partout (à l'école, à la maison, à l'extérieur...) et tout le temps. Il consiste à guider l'enfant dans ses activités de loisirs, ses apprentissages, ses moments d'autonomie et d'intégration sociale.

L'objectif de cette méthode est d'aider l'enfant avec autisme à gérer ses comportements perturbateurs de façon suffisamment adaptée pour lui permettre de s'intégrer à la société.

- La méthode P.E.C.S (Picture Exchange Communication System) est un système de communication par échange d'image qui permet de suppléer ou d'augmenter la communication des enfants ayant des troubles autistiques ou présentant un déficit de la communication sociale (15).

En utilisant le P.E.C.S., les enfants apprennent à venir chercher leur interlocuteur pour lui remettre l'image de l'objet ou de l'activité qu'ils désirent, en échange de cet objet ou activité.

- La méthode TEACCH (Treatment and Education of Autistic and related Communication Handicapped Children) repose moins sur des techniques de modification du comportement que sur la réussite des apprentissages. Ces derniers sont basés sur une structure simplifiée et répétitive de la tâche à accomplir. Par exemple, on peut modifier l'environnement en le simplifiant et en y ajoutant divers indices visuels ou autres, afin de donner à l'élève des moyens de mieux comprendre ce qu'on attend de

lui. Il est ici tenu compte du niveau de développement de l'enfant. La collaboration entre parents et professionnels est primordiale (35).

### **b) Les techniques de sédation consciente**

Les techniques comportementales sont ainsi recherchées pour tenter de soigner les enfants avec TSA directement au fauteuil. Si malgré cela, la coopération ne s'avère pas suffisante, une autre approche est à envisager.

Il peut être fait appel à une prémédication sédatrice dans le but d'obtenir une meilleure coopération de l'enfant. Les effets obtenus sont fonction de l'agent utilisé, de la posologie, de la voie d'administration et du patient lui-même. (14)

On distingue :

- La sédation consciente légère. On parle ici plus d'une anxiolyse. C'est un état induit par l'administration d'une drogue dans lequel le patient répond normalement à une commande verbale. Les fonctions cognitives et de coordination motrice peuvent être altérées, contrairement aux fonctions respiratoires et cardiovasculaires.

Les agents les plus fréquemment utilisés sont le diazepam et l'hydroxyzine, un antihistaminique utilisé comme anxiolytique. Leur administration se fait par voie orale, et peut se faire directement au cabinet dentaire. (14)

- La sédation consciente modérée. Il s'agit d'un état de dépression de la conscience, où le patient peut toujours répondre de façon correcte à une commande verbale accompagnée ou non d'une stimulation tactile. La ventilation est toujours adéquate et autonome, et les fonctions cardiovasculaires non affectées.

La molécule utilisée est le midazolam. Cette molécule est la première benzodiazépine hydrosoluble. L'administration de cette dernière peut se faire par voie orale, sublinguale, nasale, rectale ou intraveineuse. En France, selon l'Autorisation de Mise sur le Marché (A.M.M) des différentes formes commerciales, son utilisation est réservée au milieu hospitalier, lorsque des équipements de réanimation appropriés à l'âge sont disponibles. Le midazolam est cependant utilisé couramment en cabinet dentaire dans certains pays scandinaves et anglo-saxons (14,21,87,99,112). Son puissant pouvoir anxiolytique, sa bonne tolérance, sa demi-vie très courte et son effet amnésiant en font

une molécule très intéressante pour les soins dentaires (99,112). Son utilisation implique une surveillance post-opératoire sur place jusqu'à récupération complète, en moyenne de deux heures.

Il existe une autre technique de sédation consciente, alternative à la prémédication neurosédative, par inhalation d'un mélange gazeux d'oxygène et de protoxyde d'azote (MEOPA) (14). L'hydroxyzine et le midazolam peuvent être utilisés seuls. Ils peuvent aussi l'être en association avec cette technique, et présentent des taux de succès très importants (41,99).

- Le MEOPA (Mélange Equimolaire-Protoxyde d'Azote) est une technique de sédation consciente qui repose sur l'inhalation d'un mélange d'oxygène et de protoxyde d'azote. Il est nécessaire d'avoir une structure adaptée et de praticien formé à cette technique. La sédation consciente par MEOPA, ou analgésie relative, s'adresse aux enfants dès 4 ans, adolescents, adultes anxieux ou phobiques, et les patients handicapés (pour un degré de handicap léger à modéré) dont la coopération à l'état vigile est insuffisante pour permettre le diagnostic, la prévention et le traitement dentaire (14,50). Certains auteurs recommandent son utilisation, en rapportant notamment un taux élevé de réussite chez les patients avec autisme. D'autres jugent le MEOPA inefficace pour ces patients s'il n'est pas associé à des techniques d'approches comportementales (41). En 2003, une étude de Selzer et coll. évoque les risques de l'utilisation du MEOPA chez les patients ayant une déficience d'un gène particulier, le MTHFR (117). A l'heure actuelle, aucune preuve ne vient étayer la cause d'un danger patent à la prise de MEOPA lorsque les dosages utiles aux soins dentaires sont respectés (41), et les indications et contre-indications respectées.

### **c) L'anesthésie générale**

En cas d'échec de la sédation consciente, ou en cas de soins importants, le dernier recours est celui de la sédation dite profonde, avec l'anesthésie générale. Cette intervention doit être réalisée en milieu hospitalier.

Du fait de soins trop extensifs ou de patients trop difficiles à gérer au fauteuil, des études notent une proportion de 37% des patients atteints d'une forme d'autisme nécessitant des traitements dentaires sous anesthésie générale, une autre concluant à 33% (40,76,51).

L'anesthésie générale ne reste néanmoins pas un acte banal. L'HAS rappelle que l'anesthésie locale doit être privilégiée dans la mesure du possible. Le rapport bénéfice-risque de l'AG doit être évalué avant d'en poser l'indication (49).

Le but étant d'écarter les contre-indications à l'AG qui sont de deux ordres :

- risques anesthésiques majeurs,
- refus du patient et/ou des parents ou du représentant légal.

## **I.2 Apport de l'outil numérique**

Comme il a été décrit précédemment, la plus grande difficulté chez la personne atteinte d'un trouble du spectre autistique reste la communication sociale, que l'on retrouve même chez les sujets autistes sans retard mental : cela peut comprendre le décodage des codes sociaux, des émotions et leur expression, l'adaptation à l'environnement social, la communication non verbale. Les ressources numériques qui utilisent le son, la vidéo et l'interface d'une machine peuvent faciliter l'apprentissage de la communication sociale des enfants avec autisme et améliorer leur quotidien (22).

### **I.2.1 Généralités**

#### **A) Autisme et accès aux nouvelles technologies**

Les articles de la Convention de l'ONU sur l'accessibilité relative aux droits des personnes handicapées rappellent qu'il est nécessaire qu'« afin de permettre aux personnes handicapées de vivre de façon indépendante [...] les Etats prennent des mesures appropriées pour leur assurer

[...] l'accès à la communication, y compris aux systèmes et technologies de l'information et de la communication » (85). Aussi, il est souhaité que « Les Etats Parties favorisent l'offre, la connaissance et l'utilisation d'appareils et de technologies d'aide, conçus pour les personnes handicapées, qui facilitent l'adaptation et la réadaptation ».

Parmi les nouvelles technologies sont citées de manière non exhaustive : Internet, les outils numériques, robotiques, la réalité virtuelle, l'instruction par vidéo (ou video-modeling).

Au regard de ces textes, l'aide par le numérique doit être considérée comme un droit des personnes avec autisme, droit que les états doivent protéger.

Comme le rappelle le Pr. Baghdadli, malgré une place croissante en recherche, et dans la société, les moyens technologiques sont sous-utilisés auprès des personnes avec une déficience intellectuelle ou un trouble du spectre autistique (10).

Il met en avant :

- Le peu de connaissance sur les technologies disponibles et adaptées.
- Le peu de formations des professionnels et des familles.
- L'absence de culture suffisante de l'assistance technologique dans les milieux scolaires et spécialisés.

## **B) Autisme et intérêt des nouvelles technologies**

La recherche a montré que les élèves avec TSA répondent souvent bien aux techniques d'enseignement qui impliquent l'information présentée visuellement. (15) C'est justement ce que les outils numériques peuvent apporter, en offrant la possibilité d'affichages visuels personnalisables et dynamiques. En comparant des modalités de représentation textuelle chez des participants atteints d'autisme, à savoir texte uniquement, texte avec images, texte avec audio, il a été observé de meilleures performances de compréhension avec la combinaison du texte et des images (45).

L'effet instantané de ces technologies enrichies de photos et vidéos contribue à renforcer les apprentissages (43).

L'intérêt des TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement) est démontré pour les enfants handicapés, notamment pour ceux avec autisme

(59,67,104). En effet, « *les ressources numériques qui utilisent le son, la vidéo et l'interface d'une machine – en l'occurrence l'ordinateur – peuvent faciliter l'apprentissage de la communication sociale d'un élève atteint d'autisme grâce à quelques éléments essentiels. D'abord, un cadre structuré et limité, qui invite à la concentration (en l'occurrence, l'écran de l'ordinateur) ; une stimulation par communication multimodale – son, vidéo, image ; un cadre de décodification de l'information plus simple que les émotions humaines ; une manipulation appropriée ; une autonomie et une autoévaluation plus rapides* » (27).

Ces technologies permettent de créer des environnements prévisibles, contrôlables. Là où l'apprentissage peut se faire plus traditionnellement par oral, le support informatique offre, lui, de nouvelles possibilités : il autorise une stimulation multi-sensorielle, et notamment visuelle (5,72).

Les TICE permettent voire favorisent une façon autonome de travail, et aident ainsi au développement de la capacité d'autocontrôle. Elles peuvent ainsi s'avérer très motivantes, en encourageant l'attention et en diminuant la frustration qui peut découler de certaines erreurs (5). La possibilité de modifier rapidement et facilement la présentation des contenus pour s'ajuster aux besoins individuels et promouvoir la motivation des enfants est aussi mise en avant (78). Par ailleurs, l'écran d'ordinateur ou de tout autre support numérique offre un contenant qui soutient la concentration de l'élève avec autisme. Il focalise son attention sur son objectif éducatif en laissant de côté la nécessité de gérer l'interaction avec l'enseignant. En outre, l'ordinateur autorise une répétition inlassable de certaines actions, sans conséquence. Cela peut ainsi s'avérer plus rassurant, moins stressant pour l'enfant (5,15,123). Plusieurs études montrent comment l'ordinateur se révèle être un outil pouvant stimuler l'attention, l'interaction, et réduire le sentiment d'angoisse (15,94,123).

### **I.2.2 Domaines d'applications**

Chez les patients avec un trouble du spectre autistique, les domaines principaux d'application des nouvelles technologies sont actuellement en tant que :

- Technologie en soutien d'apprentissage.
- Technologies en soutien au développement des habiletés sociales et de la communication (78).

### **A) Utilisation des TICE**

Ces technologies sont depuis quelques années utilisées dans les classes par les enseignants à des enfants avec autisme, car elles s'avèrent particulièrement adaptées au profil autistique (80,82).

Les outils numériques peuvent se présenter sous la forme de différentes activités, dont certaines permettent d'adapter les situations d'apprentissage de façon à ce qu'elles correspondent aux objectifs d'apprentissage identifiés pour chacun des enfants (78).

De nombreux programmes relèvent de ce qu'on retrouve sous les termes de « computer aided instruction », « computer-based technology », ou encore « technology-based intervention ». Ces appellations regroupent les approches utilisant des technologies numériques qui visent à faciliter l'apprentissage dans des domaines divers. Ces dernières années, certains auteurs ont mené des revues de littérature portant sur ces usages d'outils numériques à des fins éducatives et thérapeutiques.

Celle de Pennington, en 2010, fait état des effets positifs dans des domaines d'apprentissage de base, comme la lecture, l'écriture, ou l'association de mots et d'images (97). C'est sur des domaines similaires que publient Ramdoss et coll. en 2011 une autre revue systématique. Ces derniers évoquent une pratique prometteuse, qui mérite d'être étudiée de manière plus approfondie (101).

En 2011 toujours, plusieurs auteurs publient deux autres revues portant sur l'intérêt des outils numériques dans le développement social et la communication pour ces enfants avec autisme. Là aussi, les résultats sont jugés particulièrement prometteurs.

Les participants ont pu transférer les compétences acquises dans les programmes informatiques, dans la réalité de leur vie sociale. Ils ont ainsi pu améliorer l'utilisation d'un langage fonctionnel approprié (103,120).

En 2014, Grynspan et coll. vont plus loin et réalisent une méta-analyse de la littérature rapportant l'utilisation d'outils technologiques pour l'apprentissage de certaines compétences

chez les enfants avec autisme. De cette analyse ressortent plusieurs domaines dans lesquels les enfants ont pu faire des progrès : par exemple, la capacité à reconnaître des visages et leurs émotions, la capacité à améliorer un aménagement spatial, à réaliser plus simplement des activités de la vie quotidienne, à acquérir des notions de sécurité au quotidien (44).

Il est là aussi mentionné l'apport de ces technologies dans les apprentissages scolaires basiques que sont la lecture, l'écriture, ou l'enrichissement de vocabulaire (97,101).

En 2015, à l'issue de leur travail de revue, Dascalu et Garnier notent que les enseignants des classes spécialisées ont pour objectif premier la socialisation, l'autonomisation des élèves avec autisme, et non les apprentissages scolaires. Les TICE peuvent être intégrées dans l'enseignement au sein d'une classe ordinaire ou spécialisée, ou bien directement sur les lieux de prise en charge (activités scolaires, extrascolaires, ateliers dans des institutions) (26).

Ils émettent en outre l'hypothèse que certaines TICE seront davantage employées par les enseignants travaillant avec des élèves avec autisme si elles permettent une adaptation aux besoins de chaque élève, au delà d'une adéquation avec un profil autistique général (26).

De l'ensemble de ces travaux ressort que la diversité d'applications dans différents domaines offre un potentiel très prometteur dans les stratégies éducatives et thérapeutiques des enfants avec autisme. Le large éventail de secteurs dans lesquels ces technologies peuvent avoir un rôle devrait rendre plus accessible l'intégration des TICE dans l'enseignement ordinaire et spécialisé et ainsi offrir aux enseignants la possibilité de créer des stratégies éducatives et thérapeutiques en concordance avec ces outils. Toutefois, Grynszpan souligne qu'après plus d'une décennie de recherches toujours plus poussées dans ce domaine, les techniques de traitements et d'éducation par le biais des technologies sont encore considérées plus comme émergentes, que véritablement établies (44).

## **B) Limites**

Les outils numériques peuvent être utilisés pour différents objectifs, car ils permettent, entre autres, de réduire la complexité et la quantité des interactions avec les enseignants.

Mais cet effet peut aussi avoir des conséquences indésirables. En réduisant les interactions entre élève et professeur, ce sont autant d'occasions de pratiquer la communication verbale, de développer les relations sociales concrètes ou encore les contacts visuels réels, qui sont réduites. Cela pourrait ainsi conduire à une perte de compétences sociales, soit l'effet inverse de celui recherché (101).

Comme le souligne Bartolome, l'interaction avec des objets inanimés dont le comportement est défini et prévisible, supprime la consonance réelle des situations de la vie quotidienne, et des variables que cela comporte (5). L'utilisation de technologies pourrait ainsi davantage isoler les enfants avec autisme. Cela pourrait même déclencher des comportements obsessionnels compulsifs.

D'autre part, si les enfants avec autisme ont tendance à persévérer de manière trop intense dans l'utilisation d'ordinateurs, cela peut entraîner des comportements de type stéréotypés informatiques (101).

Ramdoss et coll. soulignent le fait que quel que soit le programme utilisé, les enseignants ou praticiens doivent veiller à ce que les technologies soient bien utilisées, en accord avec la personnalité de chaque enfant (101). Ploog rappelle à ce sujet qu'à l'heure actuelle, la majorité des programmes informatiques disponibles à la disposition des enfants avec autisme n'a pas été développée spécifiquement pour ces personnes (100). Certains programmes comportent ainsi des défauts. Ils peuvent par exemple utiliser des sons qui peuvent de manière non intentionnelle déclencher des occasions pour l'enfant d'être distrait, voire des réactions et comportements inappropriés.

Il est donc à noter que l'outil informatique ne constitue pas un outil nécessaire et suffisant dans l'amélioration de certaines compétences et qu'il ne réussit pas systématiquement à tous les enfants avec autisme.

### **I.2.3 Supports numériques**

Les outils numériques peuvent être disponibles en plusieurs formats. Ces moyens se sont beaucoup développés ces dernières années, et les nouvelles technologies impliquent désormais des supports qui vont bien au delà de la simple utilisation d'un ordinateur de bureau classique.

## **A) Supports mobiles**

Les applications dédiées sont les différents programmes informatiques développés pour les personnes avec autisme, conçus pour être utilisés sur des ordinateurs, des tablettes numériques ou des téléphones mobiles (smartphones).

Plusieurs équipes de recherche ont démontré que les élèves ont pu acquérir diverses compétences grâce à des applications et logiciels informatiques. Des logiciels qui peuvent fournir des instructions et ainsi être précieux aux éducateurs dans leurs démarches d'enseignement (97).

Ces applications sont d'autre part un outil pour les parents qui ne sont pas formés à la méthodologie d'enseignement pour offrir un enseignement dans le cadre familial. C'est notamment le cas depuis l'avènement des supports mobiles, comme les tablettes numériques, ou smartphones.

Ces supports mobiles présentent plusieurs avantages. L'aspect tactile de l'échange apporte notamment un contact plus concret avec les objets manipulés et pourrait potentiellement accroître l'interactivité, ainsi que le côté ludique (30).

Ces appareils tactiles (tels que l'iPod Touch®, iPad® et autres tablettes, smartphones) appartiennent en outre à des technologies dites grand public, et leur utilisation n'est en rien stigmatisante. Ils sont portables, peuvent être utilisés dans de nombreux environnements. Le format, plus pratique, apporte les avantages de l'ordinateur sans ses inconvénients (34). De par sa petite taille, la tablette peut facilement être amenée dans différents lieux et ne restreint ainsi pas l'apprentissage à une zone particulière. Ces appareils sont de plus relativement peu coûteux, ont pour la plupart une bonne autonomie et un nombre toujours plus important d'applications peuvent y être installées (116).

Il en existe dans différents domaines tels que la communication, les jeux, les programmes éducatifs, le développement de compétences motrices mais aussi sociales.

Tout cela confère à cette technologie une certaine attractivité.

L'analyse de la littérature confirme l'intérêt des supports mobiles dans différents domaines d'apprentissages.

En 2013, les résultats d'une revue systématique de la littérature portant sur 15 études s'avéraient particulièrement positifs : L'utilisation d'appareils portables tactiles tels que l'iPod®, l'iPod Nano®, l'iPod Touch®, l'iPad®, ou l'iPhone® constituerait une aide technologique efficace pour ces enfants avec des difficultés cognitives. Les études rapportent des effets de ces supports à différents niveaux, comme la lecture et l'écriture, la communication, mais aussi les loisirs, ou encore en matière d'emploi (62).

Aussi, l'étude de Johnson et coll. menée en 2014 tend à montrer les effets bénéfiques de l'iPad® dans sa capacité à réduire un état d'anxiété des enfants avec autisme, ainsi que de leurs parents. L'étude était basée sur l'utilisation par ces enfants d'une application dite de script social. Il s'agit d'un récit accompagné de photographies, d'images et de mots, qui décrit étape par étape des sortes de routines dans la réalisation de différents actes, pour aider l'enfant à composer avec l'incertitude de certaines situations. Dans cette étude, l'iPad a été utilisé pour préparer un examen radiographique.

L'utilisation des supports mobiles peut donc être intégrée dans la pédagogie visuelle et dans les démarches de désensibilisation. Parallèlement à l'utilisation de séquence d'images, elles permettent aussi de faire du video-modeling. Le video-modeling ou modélisation par la vidéo est une forme d'apprentissage par observation dans lequel les attitudes souhaitées sont enseignées en observant une démonstration vidéo et en imitant ensuite le comportement du modèle. Différentes études ont montré l'intérêt de cette technologie pour augmenter le jeu imaginaire solitaire d'un enfant autiste. Après avoir regardé les vidéos, l'enfant dans cette étude a augmenté à la fois ses actions physiques mais aussi ses phases de communication orale (24,79). La méta-analyse menée en 2007 par Bellini et coll. sur l'utilisation de cette méthode suggère qu'elle constitue une stratégie d'intervention efficace pour traiter l'amélioration de comportements, ou encore des compétences de communication sociale chez les enfants et les adolescents atteints de TSA. Les résultats indiquent également que les compétences acquises par l'intermédiaire de la modélisation par vidéo sont maintenues au fil du temps (13,111).

Il existe néanmoins certaines nuances à apporter à l'engouement autour des supports numériques. Si les témoignages de parents et d'éducateurs évoquent le fait que l'utilisation d'applications sur des supports mobiles aident ces enfants à communiquer avec leurs parents, à

apprendre et aussi à devenir plus autonomes, on manque encore de recul scientifique pour évaluer la pertinence du recours à ces outils numériques, et notamment aux tablettes (9).

Plusieurs auteurs soulignent par exemple la nécessité de rester prudent devant les conclusions de ces études. En effet, ces dernières impliquent peu de participants (3,62) ; des participants dont les degrés d'atteintes en matière de troubles du développement peuvent être variables. Ils rappellent combien le succès de l'utilisation de ces outils dépend de l'utilisation de méthodes d'enseignement bien établies, sur la base des principes de l'analyse appliquée du comportement (ABA).

D'autre part, dans les études menées sur l'utilisation des tablettes numériques, beaucoup manquent d'exhaustivité dans leurs démarches. Lorah note par exemple que l'iPad® ou l'iPod Touch® étaient quasiment les seuls supports numériques étudiés, et *Proloqu2Go* l'application utilisée dans la majorité des recherches. Stephenson mentionne également le nombre restreint d'applications étudiées.

Les conclusions s'avèrent donc assez restreintes, limitées à ces technologies précises (77).

Lorah et coll. soulignent également qu'une recherche rigoureuse dans le domaine de l'apport des tablettes numériques chez les enfants avec autisme se doit d'étudier la relation entre les trois piliers que sont : le matériel, le logiciel, et la méthode d'utilisation. Et non pas se contenter de regrouper les conclusions sur un modèle particulier, puis en généralisant (77).

En outre, dans leur étude de 2015, Allen et coll. concluent que, contrairement à leurs prédictions, aucun avantage réel n'a été trouvé dans l'apprentissage via iPad (3).

Ils rappellent que les précédentes études ont tendance à montrer en quoi il est possible pour les enfants avec TSA d'apprendre sur iPad, mais pas à véritablement comparer l'apport de cet apprentissage en comparaison avec un apprentissage traditionnel. Ils insistent ainsi sur la façon dont devraient être menées les études futures. A savoir évaluer précisément l'engagement et les interactions des enfants lors de leurs apprentissages, de manière à déterminer si le moyen de présentation de l'information s'avère déterminant ou non (3,116).

C'est ce qu'ont fait Whalen et coll. en étudiant l'efficacité d'une application en comparaison avec approche traditionnelle, non informatique, chez 47 enfants atteints de TSA (âgés de 3-6 ans). Ils ont démontré une amélioration du langage réceptif (par exemple, l'identification de

l'objet) et les compétences sociales (par exemple, la compréhension de l'émotion), ainsi qu'une diminution des comportements inappropriés (124).

Les résultats sont encourageants mais ne permettent pas encore de conclure sur le réel apport des outils numériques mobiles.

## **B) Robots**

L'utilisation de robots peut constituer un soutien important aux enfants atteints de TSA qui montrent un attrait évident pour les systèmes technologiques (5).

Des études ont été menées dans le but spécifique de tester l'efficacité de l'utilisation de robots en tant qu'outils thérapeutiques dans l'amélioration du quotidien des enfants avec un TSA.

Concernant ces outils, on peut par exemple citer, entre de nombreux autres, le projet *Leka*, du nom de la société française qui l'a créé. Ce jouet spécifiquement conçu pour les enfants avec autisme parle, émet de la lumière, de la musique, vibre, et se déplace même sur le sol grâce à deux roues.

Le but étant de favoriser le développement des capacités motrices, communicationnelles et sociales de l'enfant (3).

Dans le même domaine, existe NAO, robot humanoïde d'une soixantaine de centimètres, dont les applications peuvent par exemple demander à l'enfant de toucher la tête, les mains ou les pieds du robot NAO, pour lui apprendre à prendre conscience du corps et à suivre des instructions. Une autre montre des émotions par le langage corporel exprimé par NAO, et l'enfant doit trouver lesquelles, pour lui apprendre à reconnaître les émotions et à y associer les siennes. Il existe ainsi tout un ensemble d'applications pour apprendre à imiter des gestes, à se synchroniser avec l'autre, à discuter, à respecter des règles sociales. Ces applications couvrent des domaines de compétences variés tels que la communication, l'apprentissage d'activités de la vie quotidienne, de leçons de vocabulaire, de reconnaissance des émotions etc. (2,55).

Dans leur revue systématique de la littérature publiée en 2016, Pennisi et coll. attestent de l'apport indéniable de la robotique à des visées thérapeutiques. Les robots ont été utilisés comme moyen d'attraction, en tant que médiateurs, ou tout simplement comme

des outils de mesures. Nombreux sont les intervenants ayant déclaré leur enthousiasme pour cette aide prometteuse à la recherche et à la thérapie (98).

Ces dires confirment les propos de précédentes études, qui font état de potentiels considérables. Mais tous les auteurs s'accordent à dénoncer l'insuffisance de valeur scientifique des articles publiés à ce jour.

Ils mettent en avant l'absence de certaines données qui donneraient plus de rigueur aux conclusions des études. Comme par exemple, pour les participants : la précision du sexe, du QI, de leur âge, ou encore si les effets bénéfiques des sessions robotiques perduraient une fois passé le contexte clinique du test. Ou alors, du côté des robots, le manque d'homogénéité dans leur apparence, ou la nature de leurs interactions (31,54,98,110).

## **C) Réalité virtuelle**

### **a) Généralités**

Depuis les années 1980 et ses premières définitions, la réalité virtuelle a vu son sens souvent évoluer. Les pionniers de la réalité virtuelle se démarquent à la fin des années 1980 pour leurs premiers travaux et conception assistée par ordinateur, dont les applications vont rapidement être plus largement exploitées. La NASA s'intéresse de près à cette technologie qui, à l'instar d'un simulateur de vol, permettrait à un astronaute de simuler des missions dans l'espace ou sur d'autres planètes.

C'est au début des années 1990 que les chercheurs du *Virtual Reality Technology Laboratory* de l'université Clark Atlanta ont mis en place les premiers tests d'utilisation de la réalité virtuelle dans un but psychothérapeutique. L'objectif était alors de traiter des peurs spécifiques comme celle de l'avion, du vide, de parler en public entre nombreuses autres situations (89).

Le principe de base de la réalité virtuelle repose sur l'immersion des patients dans des environnements virtuels contrôlés, conçus en fonction du trouble à prendre en charge.

On définit cette technologie comme étant un média qui permet aux utilisateurs d'interagir en temps réel avec des environnements virtuels créés par ordinateur (81).

Il s'agit d'un ensemble de matériel technologique permettant aux individus d'interagir efficacement, intuitivement et en temps réel avec un environnement virtuel en utilisant leurs sens naturels et leurs compétences (105). Il est là souvent recherché la sollicitation d'au moins deux des cinq sens de l'être humain : la vue et l'ouïe.

Le patient n'est plus un simple observateur d'images sur son ordinateur mais un participant actif. L'environnement virtuel diffère de l'affichage classique dans le sens où différentes technologies sont intégrées pour donner à l'utilisateur la pleine impression d'être en immersion dans cet environnement (105,107).

### ***b) Applications thérapeutiques***

De nombreuses techniques cognitivo-comportementales sont utilisées dans les programmes d'intervention psychosociale destinés au traitement des troubles envahissants du développement, comme l'autisme, et des troubles externalisés, à savoir l'hyperactivité avec déficit de l'attention et troubles des conduites, chez l'enfant et l'adolescent. Ces programmes incluent le plus souvent une participation active des parents (56).

Les techniques d'exposition traditionnelles dans le traitement des phobies, souvent regroupées sous le terme TCC (pour thérapie cognitivo-comportementales) consistent à exposer graduellement l'individu au stimulus qui cause sa peur, selon un ordre établi de situations anxiogènes déterminé par la personne. L'exposition se fait en situation réelle ou par la simple pensée, et peut avoir lieu soit dans le bureau du thérapeute soit à l'extérieur. La communauté scientifique reconnaît non seulement leur efficacité dans la gestion de nombreux troubles psychiatriques mais recommande leur mise en œuvre pour faire face à bon nombre de situations cliniques, comme dans la prise en charge des troubles anxieux, mais aussi d'enfants avec des TED (18).

Dans le cas de la Thérapie par Exposition à la Réalité Virtuelle (TERV), il s'agit donc de substituer la réalité par des stimuli créés artificiellement et contrôlés dans un environnement virtuel.

La thérapie se déroule la plupart du temps à l'aide d'un casque avec un écran intégré. La personne se perçoit dans un environnement virtuel où elle est exposée petit à petit à sa peur, et sous l'observation du thérapeute. Par ce processus, elle aboutit à l'extinction de l'angoisse tout

comme le traitement classique de TCC mais dans un environnement plus souple et plus contrôlable que la réalité (109).

Les avantages de ce procédé sont ainsi nombreux, comme le montrent certaines études (89,109,120).

Le traitement se passe entièrement derrière un écran, ce qui confère un degré de confidentialité et évite au patient de devoir parfois aller dans différents endroits pour lui permettre d'appriivoiser l'objet de sa peur. Cet aspect plus confidentiel et discret renforce le sentiment de sécurité, de confiance, d'absence de menace réelle et la relative conscience que l'exposition ne se passe pas dans la réalité

Il est aussi plus facile de respecter le rythme du patient, dans la mesure où le thérapeute peut facilement gérer un retour plus rapide à la réalité s'il observe un stress trop important, en ôtant simplement le casque.

Le patient est exposé à des environnements virtuels sous contrôle, avec une grande souplesse et une grande variété de situations réglables dans leur type et leur intensité. Cela permet aussi au patient d'être exposé à certaines peurs pouvant être difficiles à reproduire en situation réelle comme par exemple la peur de voyager en avion. D'autant que ces situations peuvent être répétées à l'infini.

La TERV prévient aussi tout risque qui pourrait être encouru *in vivo*, et permet de contrôler les imprévus pouvant surgir lors de l'exposition dans l'environnement réel.

On peut à ce propos citer l'initiative d'une association anglaise qui, en partenariat avec la société Google® et le projet Google Street View®, a mis à disposition des personnes avec autisme la possibilité de visiter virtuellement, l'intérieur de différents lieux de leur région, comme l'hôpital, la bibliothèque, la gare, les musées, et beaucoup d'autres exemples (8).

Il est nécessaire d'évoquer l'intérêt que cette nouvelle technologie peut susciter : plusieurs études ont démontré une préférence de la TERV en comparaison aux TCC classiques (42).

Il est en outre à noter l'économie en termes de temps et de coûts car les séances se déroulent au cabinet et évitent des expositions onéreuses à l'extérieur. Cela n'est pas problématique en thérapie virtuelle puisque tout se passe dans le bureau du thérapeute. L'intérêt d'adapter des jeux offre la possibilité de créer une multitude d'environnements virtuels en fonction des besoins particuliers de chaque personne et d'obtenir un programme de traitement efficace pour traiter plusieurs types de phobies.

Les bons résultats ont été obtenus grâce à l'utilisation de ces technologies en tant qu'outils thérapeutiques chez les personnes avec autisme, dans leur capacité à reconnaître et différencier des émotions sur un visage, et ainsi accroître leurs capacités sociales d'adaptation (20,63).

En effet, la réalité virtuelle permet à ces enfants avec TSA d'évoluer dans des environnements sécuritaires, où ils peuvent prendre le temps d'apprendre certaines règles, et de répéter les tâches. Cette technologie permet de créer des avatars, des personnages virtuels à l'aspect réel, ce qui rend plus concret leur apprentissage des expressions faciales (44,73,95,96,122).

Selon Bartolome, les robots et les thérapies par réalité virtuelle sont les moyens les plus appropriés pour le travail sur la communication et l'interaction, car ils se concentrent sur la participation active des utilisateurs dans des situations sociales auxquelles ils doivent savoir faire face. Les situations créées par la réalité virtuelle peuvent être considérées comme plus réalistes, et ainsi plus efficaces (5).

#### **I.2.4 Intérêts pour le chirurgien dentiste**

Comme l'évoque un rapport ministériel de 2010, l'information donnée aux patients doit aujourd'hui impliquer la création d'outils de communication, de dialogue entre les professionnels de santé et les personnes handicapées. Comme par exemple « *Créer un mode de communication simplifié avec les personnes handicapées mentales via des outils à disposition des praticiens dans les cabinets sous forme de fiches ou de modules internet* » (53).

L'académie américaine de dentisterie pédiatrique (AAPD : American Academy of Pediatric Dentistry) a décrit un référentiel des techniques de contrôle du comportement (4) dont le contenu a été mis à jour en 2015. L'objectif est de donner des conseils pour diminuer la peur et l'anxiété chez l'enfant tout en promulguant une bonne santé orale et les procédés par lesquels elle peut être atteinte. Cela s'inscrit dans le processus de désensibilisation. Ce référentiel évoque entre autres le fait que le personnel soignant doit aider à définir les attentes du patient pour la visite initiale en fournissant des informations pertinentes et qu'il peut suggérer une visite, avant le premier rendez-vous. Ceci dans le but de rencontrer le chirurgien-dentiste, le personnel et visiter l'établissement. Il est aussi mentionné dans cette dernière mise à jour du guide de bonne pratique, la nécessité pour le personnel qui prend l'appel téléphonique de donner au patient

l'adresse web de l'établissement. Ces rencontres et invitations à accumuler le maximum d'informations servent d'outils éducatifs qui aident à apaiser les craintes et mieux préparer enfants et parents pour la première visite.

Les parents d'enfants avec TSA rapportent en effet fréquemment que le manque de préparation pour gérer l'anxiété et les comportements liés de leurs enfants lors des visites médicales. Ce manque de préparation accroît leurs peurs, et allonge ainsi souvent les temps des séances en elles mêmes (60,61).

L'utilisation d'outils numériques en contexte dentaire a montré son intérêt comme le montre l'analyse de la littérature.

Le script social décrivant les soins et les techniques via une application sur tablette numérique peut s'avérer être une approche potentielle pour mieux gérer ce stress inhérent aux procédures dentaires (60).

Orellana et coll. ont à ce propos mis au point un programme visant à réaliser un examen dentaire complet chez les enfants avec TSA. Ce programme, décomposé en plusieurs séances, utilise entre autres la pédagogie visuelle, comme des photos et vidéos présentées sur ordinateur. On peut y voir un patient témoin exécuter 10 étapes d'un examen bucco-dentaire. Cela va de l'entrée dans la pièce, le fait de s'allonger sur le fauteuil dentaire, jusqu'à la mise en occlusion de ses arcades dentaires (90). La majorité des enfants (81,6%) participant au programme ont réalisé les étapes avec succès. Cela s'est traduit par un comportement coopérant (par exemple le fait de rester allongé, jambes tendues, et la bouche ouverte) au fauteuil lors d'un examen intraoral avec un miroir et une sonde. Cela illustre le potentiel de ces techniques, et des exercices similaires qui pourraient être menés par les praticiens.

Pour ces patients aux capacités d'écoute et d'attention souvent réduites, l'alternative visuelle que peuvent présenter les supports technologiques peut avoir un impact important. Par exemple, bien que l'utilisation de la technique de video-modeling apparaisse moins évidente au niveau des soins dentaires, cela peut s'avérer utile aux praticiens dans leur façon de présenter tout ce qui les entoure, comme les procédés et matériels utilisés, ou encore les techniques d'amélioration de l'hygiène dentaire (41). C'est ce qu'a montré une étude en illustrant l'apport du video-modeling dans l'apprentissage du brossage dentaire pour des enfants avec un TSA (6).

Une étude pilote menée aux Etats-Unis a même montré la faisabilité de l'utilisation de supports électroniques directement au fauteuil pour répondre à la peur des soins dentaires chez les enfants avec autisme. Les résultats suggèrent que certaines technologies, comme le video-modeling, ou le fait de regarder le film préféré de l'enfant pendant les soins, peuvent être des outils utiles pour réduire les comportements non coopérants causés par l'anxiété (57).

Différents organismes ou associations ont créé des outils numériques pour les patients avec TSA. On peut par exemple citer l'association SOHDEV (Santé Orale, Handicap, Dépendance Et Vulnérabilité) qui a développé un ensemble d'outils de communication et de médiation sous forme d'une mallette pédagogique (pictogrammes, bande-son des bruits des instruments utilisés chez le chirurgien-dentiste, calendrier de brossage, etc.) puis qui a créé une application numérique. Le but est de permettre à l'enfant de préparer, chez lui, sans avoir à se déplacer, ses visites avant sa venue en cabinet dentaire (114). Une préparation à domicile pouvant permettre à l'enfant une meilleure coopération dans la prise en charge au cabinet.

Dans le même esprit, à l'hôpital Gregorio Marañón de Madrid, Le projet Docteur TEA est une plateforme en accès gratuit sur un site web, permettant aux personnes avec autisme de se familiariser avec les visites médicales chez le médecin ou à l'hôpital (37). On y trouve une présentation de nombreux instruments en 3D, ou encore une vidéo reproduisant virtuellement les locaux hospitaliers.

Les outils numériques présentent donc un potentiel important en contexte dentaire.

## **II/ VISITE VIRTUELLE DU CENTRE DE SOINS DENTAIRES DU CHU DE NANTES**

### **II.1- Présentation**

#### **II.1.1 Naissance du projet**

C'est après la rencontre d'un étudiant avec TSA évoquant l'intérêt d'un outil de représentation 3D des lieux qu'est né ce projet.

La modélisation 3D s'avérant complexe à mettre en œuvre, il a été décidé de s'orienter vers une visite virtuelle basée sur de véritables photos prises au centre de soins.

#### **II.1.2 Cahier des charges**

##### **A) Présentation du projet**

Ce projet consiste en la création d'un outil informatique reproduisant virtuellement une partie des locaux du centre de soins dentaires du CHU de Nantes. Il vise notamment à aider les personnes souffrant d'un trouble du spectre autistique ou en situation de handicap mental.

Ce module informatique sera accessible gratuitement sur internet.

Il est ici offert au patient la possibilité de visiter le centre de soins sans avoir à se déplacer. On réduit ainsi les déplacements physiques au cabinet dentaire, et le temps que cela implique, tant du côté des accompagnants, que des praticiens. La pré-consultation préconisée entre autres par l'AAPD peut être réalisée à distance (4).

De chez lui, du centre dans lequel il vit, ou de tout autre endroit disposant d'une connexion internet, il peut préparer sa venue depuis un simple ordinateur en associant des images à sa pensée, le tout d'une manière ludique, et sans connaissance particulière en informatique.

L'outil permet aussi de présenter différents instruments utilisés pour l'acte technique en lui-même. Des sons pourront être associés à la présentation de ces instruments, renforçant le caractère immersif de la visite, en sollicitant un sens autre que la vue.

On se détourne de la communication verbale, ou gestuelle, pour une approche dont l'enfant a l'entier contrôle. Il est libre d'utiliser l'outil numérique autant de fois qu'il le souhaite, et aussi longtemps qu'il le souhaite. Il peut prendre le temps d'observer tous les détails qu'il veut, sans avoir lui, à être observé, ou sans avoir un temps restreint, comme ce que pourraient être des consultations ou visites classiques.

Cette technologie que l'on pourra définir comme appartenant à celle de la réalité virtuelle, s'inscrit pleinement dans la thérapie par exposition à la réalité virtuelle (TERV, ou *VRT* en anglais, pour *Virtual Reality Therapy*), mais aussi dans le processus de désensibilisation.

## **B) Les objectifs**

L'objectif est de faciliter la préparation des consultations dentaires en mettant à disposition des patients une présentation des locaux de soins ainsi que du matériel utilisé pour l'examen bucco-dentaire et/ou les soins, afin de diminuer l'anxiété.

Très peu de travaux évoquent spécifiquement l'apport de visites virtuelles dans un but médical. Néanmoins, une étude menée dans un hôpital pédiatrique canadien proposant une visite virtuelle préopératoire, a tenté d'évaluer cette dernière en termes d'utilisation, d'efficacité, et d'utilité. Cette visite virtuelle semble aider les enfants à contrôler leur niveau d'inconfort psychologique le matin de la chirurgie mais pas de manière significative (119).

Dans le cas présent, l'intérêt résiderait aussi dans la capacité à aider le praticien. Les explications de ce dernier lors du premier rendez-vous pourraient avoir bien plus d'impact, car elles viendraient illustrer des éléments déjà partiellement connus. Cette visite virtuelle pourrait permettre au patient d'arriver en consultation pour la première fois dans un environnement qu'il semble déjà maîtriser, et dont les éléments qui le composent, comme le matériel utilisé, lui apparaissent comme familier.

Nous avons vu que l'approche du « tell-show-feel-do » doit être systématiquement recherchée pour gagner la confiance et la coopération du patient. Ici, ce travail pourra être considéré comme

entamé via la visite virtuelle. Les termes « *tell* » et « *show* » (littéralement « *expliquer* » et « *montrer* ») sont en effet en partie intégrés à l’outil informatique, puisque ce dernier se donne pour objectif de montrer et d’expliquer, à travers des mises en situation et des planches de dessin. C’est donc un apport pour le praticien qui potentialisera ses démarches de mise en confiance.

### **C) La cible du projet**

Cet outil est destiné aux personnes souffrant d'un trouble du spectre autistique ou en situation de handicap mental. Principalement destiné aux enfants ou jeunes adolescents n’ayant jamais eu de visite pour des soins dentaires, ou simplement venant pour la première fois au Centre de Soins Dentaires du CHU de Nantes, il peut être néanmoins utilisé par tout patient sans déficience dans un but informatif.

### **D) L’hébergement du projet**

Le projet de visite virtuel a pour objectif d’être accessible via un site susceptible d’être visité par les personnes cherchant à avoir des informations sur le centre de soins dentaires. A savoir le site du CHU de Nantes. C’est pourquoi il a été pris contact avec le service informatique et la direction des services numériques du CHU de Nantes pour pouvoir y intégrer la visite virtuelle.

## II.2 Création de l'outil de visite virtuelle

### II.2.1 Moyens utilisés

#### A) Matériel

Une visite virtuelle est un cas particulier de la photographie panoramique par assemblage, et requiert l'utilisation d'un matériel spécifique.

Pour réaliser une photographie panoramique, il est ainsi tout d'abord nécessaire de s'équiper d'un appareil photo numérique.

Ce dernier doit être monté d'un objectif dont le choix est déterminant. Dans le cas présent, il doit s'agir d'un grand angle, préférentiellement *fish eye*, qui permet d'avoir un angle de vision assez large. Il faut essayer d'avoir le maximum de profondeur de champ.

La photographie panoramique cherche à assembler des images entre elles par leurs parties les moins qualitatives : les bords. C'est en effet à ce niveau que se concentrent la majeure partie des défauts d'un objectif, que peuvent être (39) :

- Le vignettage (assombrissement de la périphérie d'une image)
- Les aberrations chromatiques (contours irisés et mal définis sur une photo)
- La perte de netteté par rapport au centre de la photo.
- Les distorsions (défaut de l'objectif qui donne à la photo un effet sphérique)

C'est ce paradoxe qui incite donc à se munir d'une optique de la meilleure qualité possible pour la prise de vue.

D'autre part, l'appareil photo, muni de l'objectif, se doit d'être posé sur un trépied. Ce dernier est idéalement pourvu d'une tête adaptée, panoramique, dite sphérique.

S'il paraît envisageable de prendre les photos à main levée, la mise en œuvre de l'assemblage et sa qualité seront considérablement améliorées par l'utilisation de cette tête panoramique (38).

Enfin, il est nécessaire de s'équiper de logiciels adaptés à la réalisation de panoramas, et de visite virtuelle. (voir II.2.1.C)

## **B) Photographie panoramique**

La réalisation d'une visite virtuelle passe donc tout d'abord par l'obtention de cette photographie panoramique. Dans le cas présent, il s'agira d'une image sur laquelle se trouvent toutes les données relatives à l'endroit que l'on souhaite pouvoir visiter. C'est une photographie qui couvre les 360 degrés de la pièce.

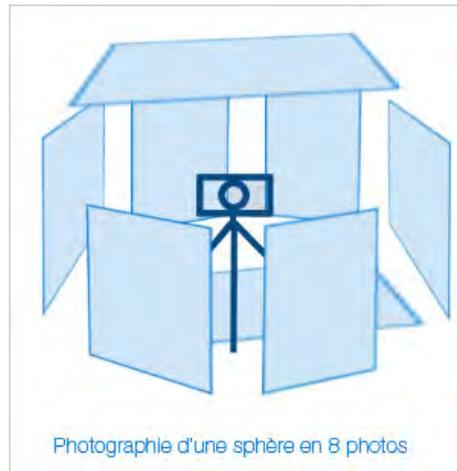
Dans son acception classique, une photographie panoramique est une photographie qui se présente dans un format allongé (38). Elle se détermine par ses proportions : le rapport hauteur/largeur doit au moins être égal à  $\frac{1}{2}$ . L'angle de champ est supérieur à  $100^\circ$ .

Mais depuis l'avènement de la visite virtuelle, cette définition est quelque peu modifiée.

La photo panoramique est aujourd'hui, grâce à l'informatique, très diverse. Elle se fait par assemblage d'images et il est devenu relativement facile de faire toute sorte de photos panoramiques avec cette méthode. Aujourd'hui, avec un logiciel d'assemblage adapté et un appareil photo numérique il est possible d'obtenir ce que l'on appelle un panorama.

La base d'une visite virtuelle passe par la prise de vue de 8 photos. Cela comprend 6 photos dans un même plan horizontal qui se chevauchent légèrement, afin de les assembler par la suite. Enfin, pour fermer la sphère, une photo servira à photographier le plafond, une autre, le sol (*figure 3*).

Entre chacune des 6 photos latérales, l'appareil sera tourné de quelques degrés, de telle manière que 30% de chaque photo serve de zone de recouvrement de la photo précédente.



*Figure 3 : Principe de réalisation d'une photographie panoramique en 8 photos*

*( Arnaud Frich©) (38 )*

Une fois ces prises de vues effectuées, les photos sont importées dans un logiciel de création de panorama.

### **C) Logiciels**

Deux logiciels sont ici indispensables pour réaliser la visite virtuelle.

Un premier sert à assembler le panorama. C'est à dire créer une photo panoramique à partir des différentes photos réalisées une à une. Le logiciel qui a été utilisé est *Autopano Giga®*.

Le second sert à la mise en relief de ce panorama, pour permettre la visite virtuelle à proprement parler. Il permet aussi de lier les différents panoramas entre eux, de façon à créer l'interactivité, autorise l'ajout des bruits, photos ou encore vidéos au projet. Le logiciel utilisé ici est *Panotour®*.

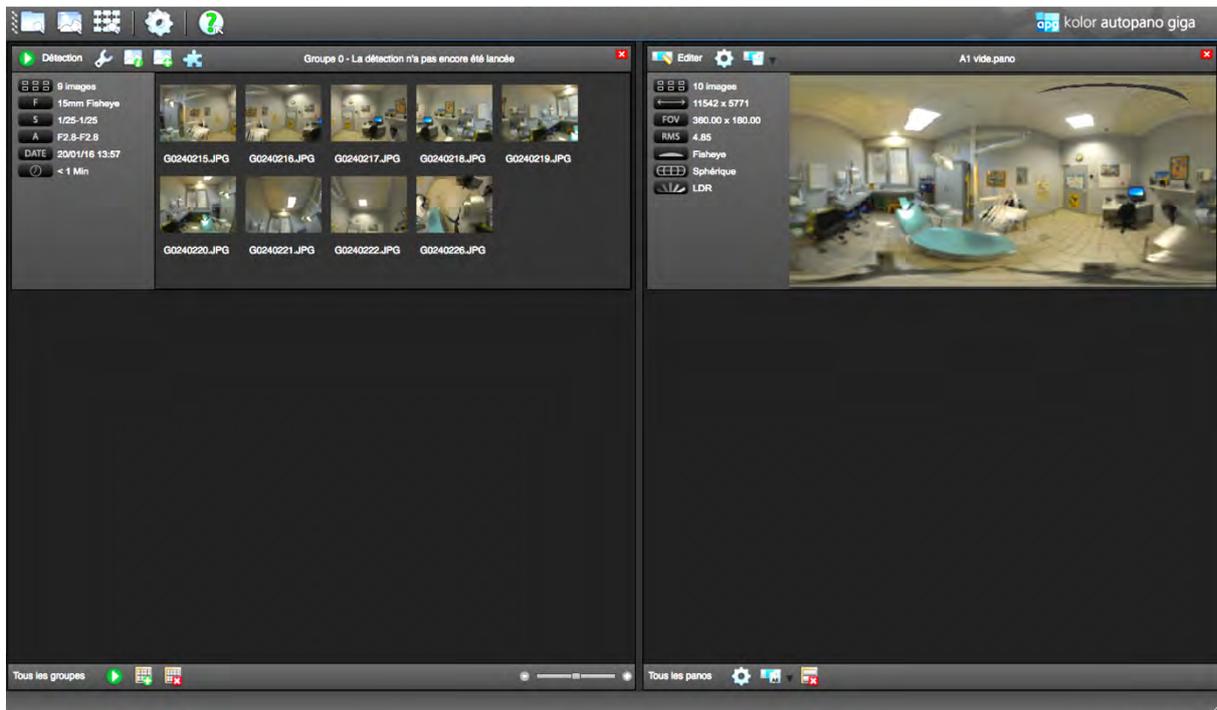


Figure 4 : Le logiciel Autopano Giga : Dans la partie gauche, les photos unitaires réalisées. Dans la partie droite, l'assemblage panoramique proposé.

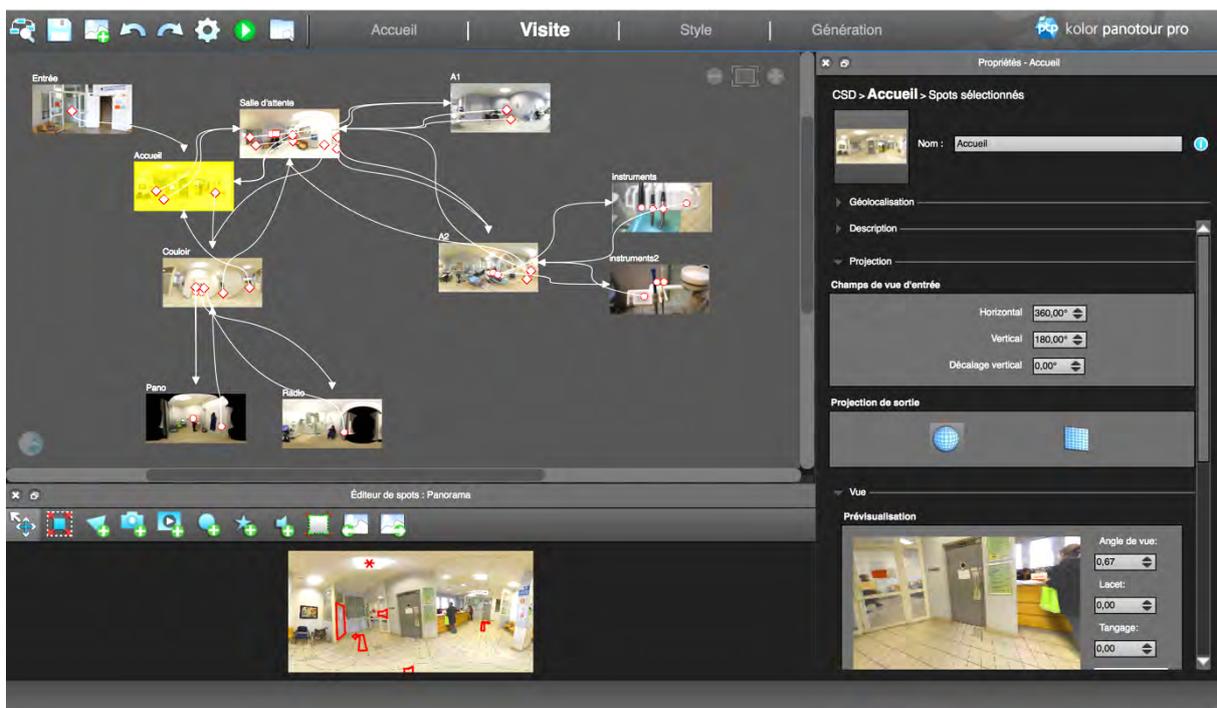


Figure 5 : Le logiciel Panotour Pro : Illustration de différents panoramas et leurs liens

Dans un souci de simplification, les explications du fonctionnement détaillé de ces outils n'ont pas été intégrées à la thèse. Il est simplement à noter que l'apprentissage de ces logiciels s'est fait seul, de manière totalement autonome, avec uniquement ce travail pour finalité. Il n'apparaît pas donc indispensable d'avoir des connaissances étendues en informatique pour réaliser un tel projet, et ainsi espérer pouvoir l'améliorer.

Il semble être néanmoins souhaitable de posséder de bonnes bases en matière de photographie et de retouche d'image. Les logiciels sont assez intuitifs et permettent d'arriver rapidement à en comprendre les subtilités, mais c'est un travail qui exige du temps et de la patience.

## **II.2.2 Etapes de réalisation**

### **A) Liste des étapes**

Dans la réalisation pratique, différentes étapes sont à respecter. Il faut (38) :

1. Choisir le point de vue et l'endroit où l'on va placer l'appareil photo. Afin d'optimiser cette étape, les plans du centre de soins dentaires ont été récupérés auprès des services techniques du CHU. (*figure 6*)
2. Installer le trépied et le mettre à niveau pour que l'axe de rotation soit bien à l'horizontal.
3. Placer son appareil photo en essayant de respecter la position de la pupille d'entrée. Il s'agit du point de rotation idéal pour faire tourner l'appareil photo sans avoir d'artéfacts d'assemblage. (*figure 7*)
4. Mesurer la lumière et les différences de contraste. Il faut tout d'abord définir l'exposition générale que devront recevoir toutes les photos puis éventuellement s'adapter manuellement de manière ponctuelle sur une photo visant des fenêtres ou des spots lumineux.
5. Réaliser la prise de vue, en respectant une superposition d'au moins 25 - 30 %.

6. Retoucher des images. Il s'agit là d'adapter les niveaux de luminosité ou de couleur pour rendre homogènes les liens entre les photos. Des retouches d'ordre esthétique peuvent être réalisées à ce stade ou à la fin de l'assemblage. Enfin, et selon le type d'objectif utilisé, des distorsions optiques plus ou moins importantes seront à régulariser.
7. Assembler des photos avec un logiciel adapté. (voir II.2.1.C)
8. Retoucher avant l'exportation finale. Il peut s'agir de dernières corrections de luminosité, de gommage d'artéfacts d'assemblage, de gestion des couleurs etc. et définir la taille et l'accentuation du panorama sphérique.
9. Créer la visite virtuelle avec un logiciel adapté. (voir II.2.1.C)

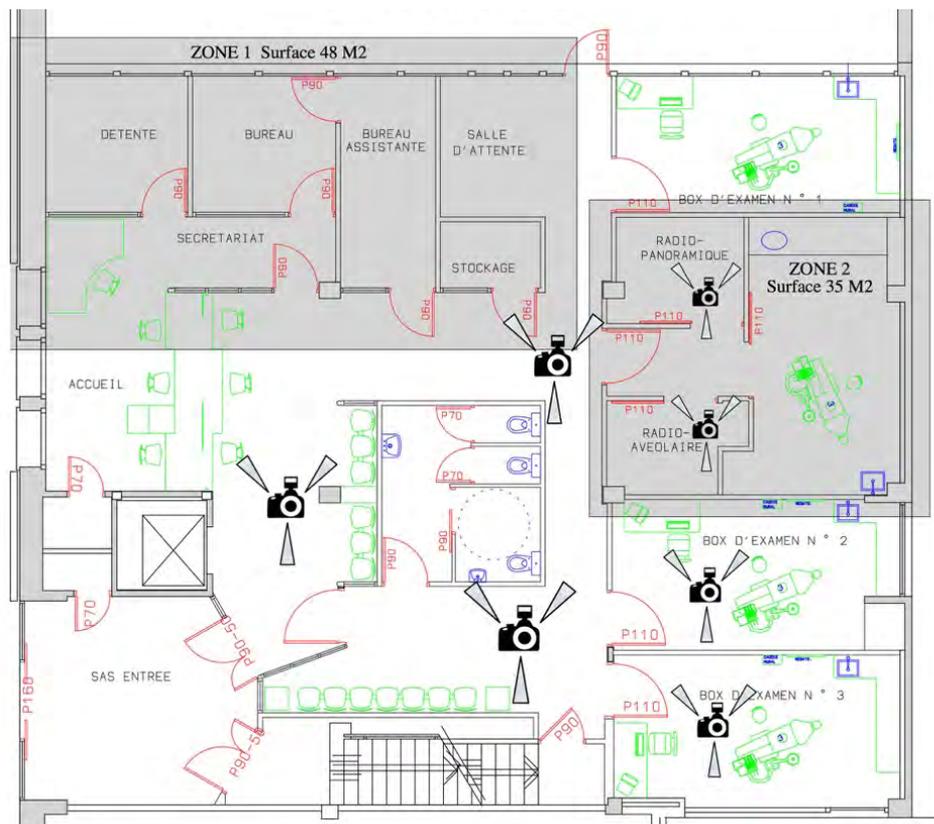


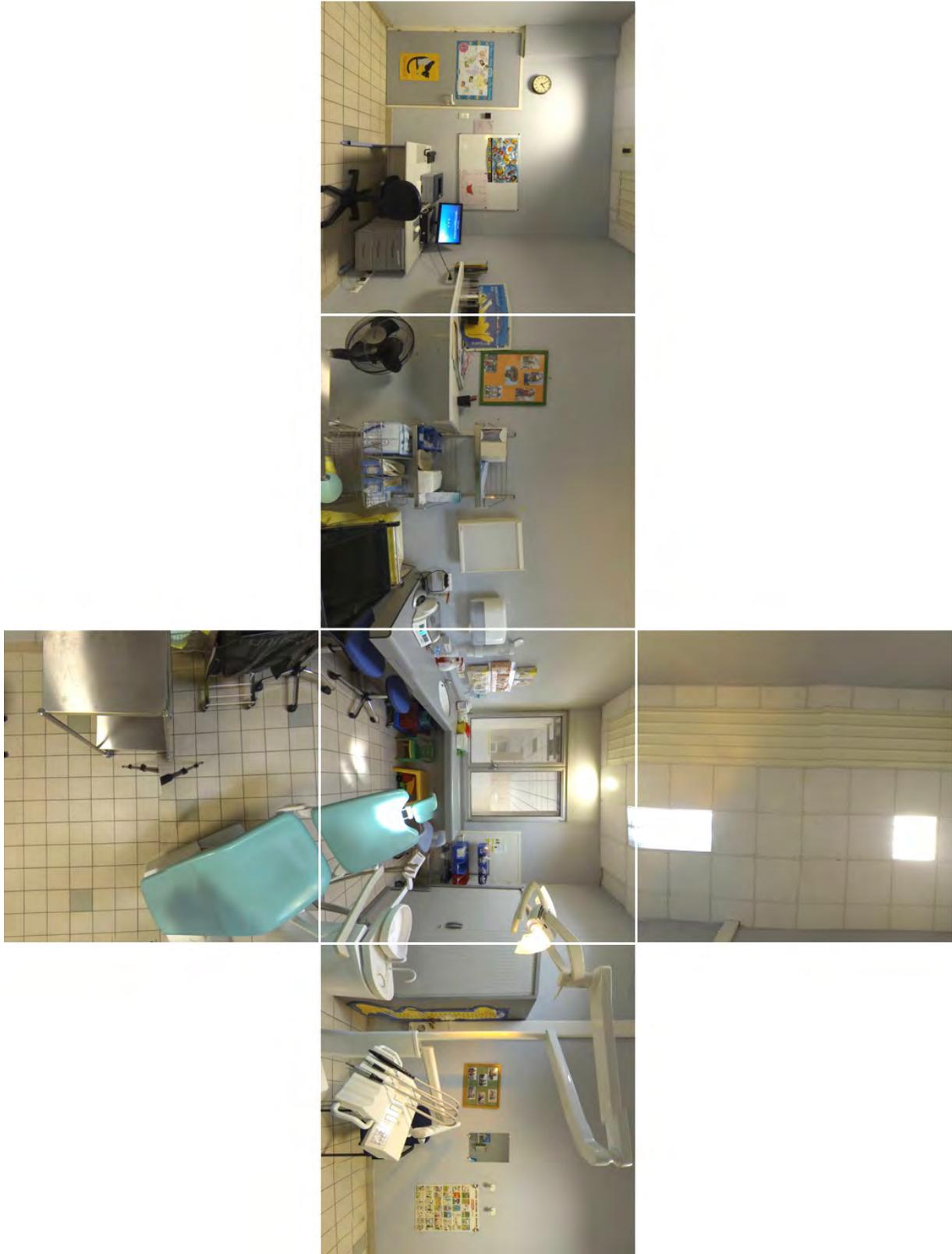
Figure 6 : Emplacements des différentes prises de vues au rez-de-chaussée du CSD



*Figure 7 : Illustration de la position de la pupille d'entrée ( Arnaud Frich©) (39)*

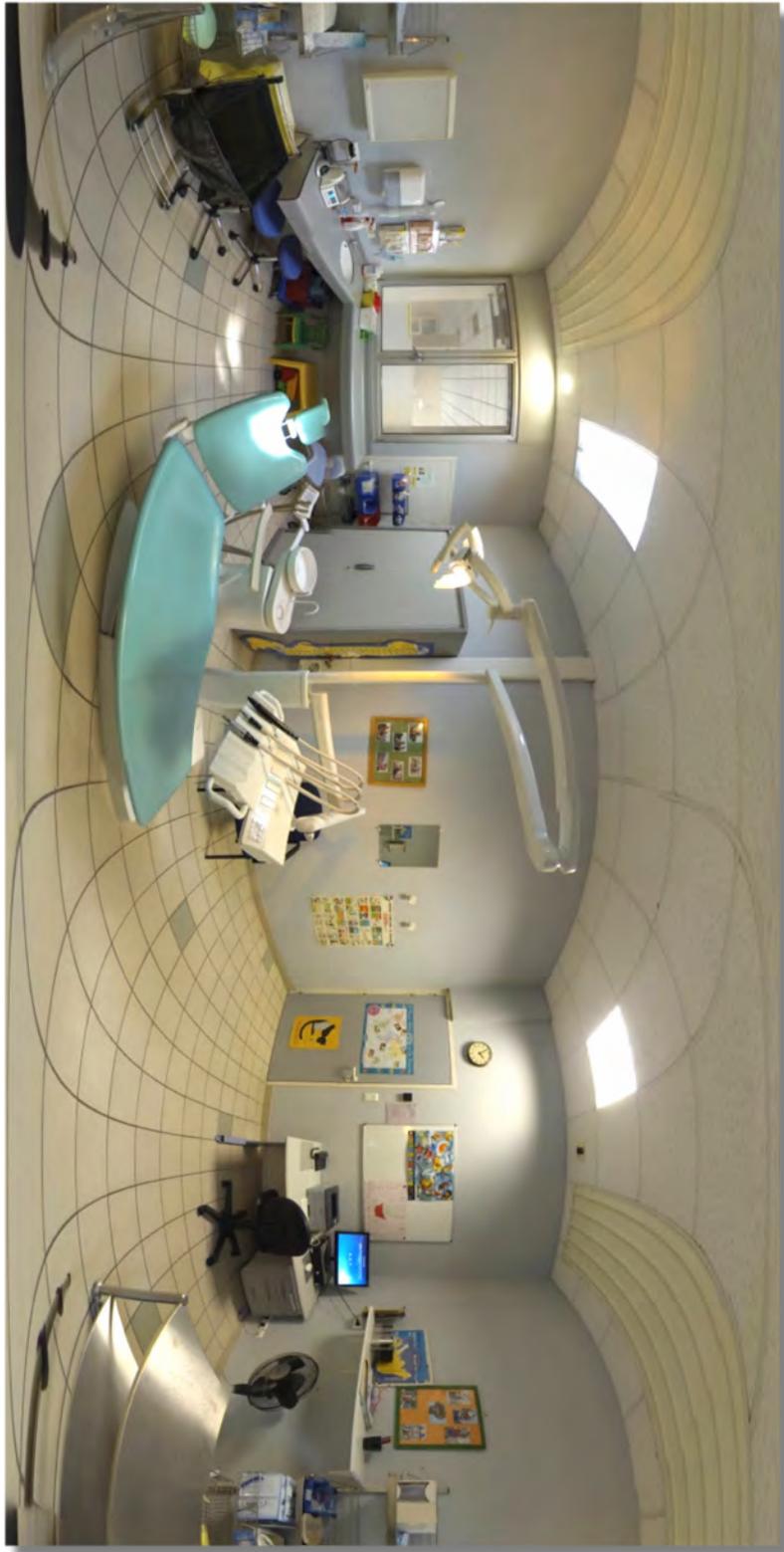


*Figure 8 : Les différentes photographies réalisées dans la pièce à visiter*



*Figure 9 : Les six faces du cube de la visite virtuelle*

Une fois les photographies réalisées, nous avons l'équivalent d'un cube, dont les six faces reconstituent la pièce que l'on souhaite pouvoir visiter.



*Figure 10 : Rendu panoramique d'une photo 180x360° en mode sphérique.*

La figure 10 montre le rendu d'une photo 180°x360° en mode sphérique : le haut et le bas de la photo panoramique sont totalement déformés.

Mais une fois montée en visite virtuelle et regardée sur Internet, cette photo reprend un aspect totalement normal.

## B) Problèmes rencontrés

De manière pratique, les obstacles ne sont pas nombreux mais peuvent générer une perte de temps considérable.

Pour que la prise de vue soit optimale, du matériel spécifique est nécessaire. L'appareil photo numérique est évidemment important mais nous avons vu que c'était ici surtout l'objectif utilisé qui allait déterminer la qualité finale de l'assemblage. Etant donné le prix élevé et l'utilisation restreinte d'un tel objectif, l'idée a été ici d'en louer un (*Samyang 8mm Fish-eye*), adapté à cette pratique, bien que loin d'être la meilleure référence.

D'autre part, le trépied pour ce type de photo doit être muni d'une tête dite « panoramique sphérique ». Avec ce genre de matériel, adapté à ce type de prises de vues, il est alors possible de faire tourner l'appareil photo autour d'un point de rotation idéal, dit « pupille d'entrée ». (voir *figure 7* et *figure 11 schéma B*)

Pour bien comprendre ce phénomène, il suffit de visualiser la manière dont on aurait naturellement tendance à tourner avec l'appareil autour de soi comme sur la figure 11 (*schéma A*)

Mais cela peut introduire des gros défauts dans l'assemblage des panoramas. C'est le principal problème en photographie panoramique.

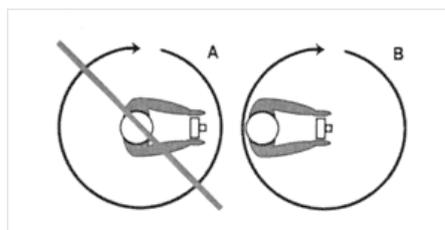


Figure 11 Rotation autour du point de pupille d'entrée. ( Arnaud Frich©) (39)

L'utilisation d'un trépied à tête panoramique sphérique permet donc d'optimiser les raccords entre les différentes photos.

Ceci représentant encore un investissement supplémentaire, il a été préféré de réaliser les photos à l'aide d'un trépied classique.

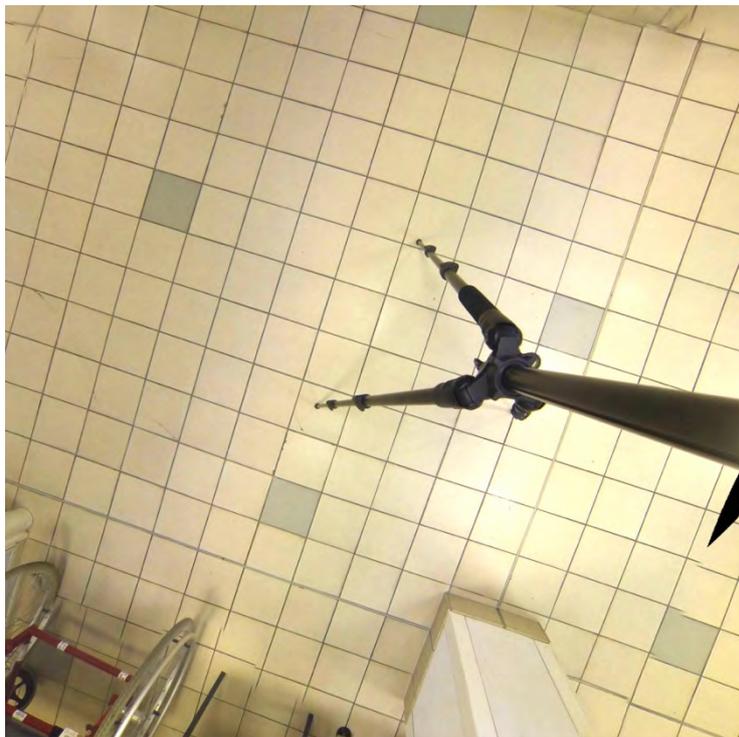
Cela a pour conséquences des erreurs évidentes d'assemblages sur les photos et a donc entraîné un travail d'autant plus long de retouche pour essayer de corriger ces déformations. (*figures 12,13*). D'autant que systématiquement se pose le problème du trépied visible sur la photo visant le sol, dite photo du Nadir. (*figure 8, figure 14*) Le trépied qui devra donc être supprimé via les retouches photos.



*Figure 12* : Illustration des défauts : En rouge et jaune, exemples d'artéfacts d'assemblages corrigés. Dans le carré vert, un autre exemple non traité.



*Figure 13 : Exemple typique d'anomalies d'assemblage au niveau du sol.*



*Figure 14 : le trépied qui sera à supprimer de l'image grâce aux retouches photos*

### II.2.3 Possibilités techniques

Le patient peut visualiser les différentes zones qu'il va rencontrer successivement lors d'un rendez-vous. A la manière d'une visite réelle au centre de soins dentaires, le premier environnement dans lequel le visiteur est amené lors de sa visite virtuelle est le secrétariat. De là il peut se diriger vers la salle d'attente, puis entrer dans les deux salles de soins. Dans l'une d'entre elle est mise en scène la présence d'un enfant sur le fauteuil. Il a aussi la possibilité d'aller dans les salles où sont réalisées les radiographies, qu'elles soient de type rétro-alvéolaire ou panoramique. Au delà de la visite virtuelle, et la possibilité d'explorer visuellement les locaux, l'idée était de pousser au maximum la notion d'immersion. C'est pourquoi des sons ont été ajoutés pour plonger l'enfant au plus près de la réalité. Lors de sa visite des différentes pièces, un bruitage ambiant est présent et reconstitue un bruit de fond classique de l'établissement. Lorsqu'il se situe dans la salle d'attente, et qu'il dirige son regard, virtuellement, via sa souris d'ordinateur, en direction des salles de soins, des sons d'instruments dentaires peuvent être entendus.

Autre exemple, lorsque le visiteur décide d'entrer dans la salle de soins où sera mis en scène une consultation d'un enfant, il entendra le bruit d'une sonde dentaire au contact des dents.

Lors de la visite de cette salle de soins, une autre possibilité est proposée à l'enfant via une petite icône clignotante l'invitant à cliquer. Cette action lui permet de découvrir en gros plan les instruments dont se sert le praticien, notamment les instruments rotatifs utilisés lors des soins de caries. De la même façon, sont proposés des gros plans des deux types d'aspirations.

A chacun des ces outils sont associés les sons correspondants.

Le but étant bien ici de familiariser l'enfant avec autisme avec les bruits auxquels il pourra être éventuellement confronté.

Au niveau de la salle dédiée à la prise de radiographie panoramique, une vidéo est disponible pour montrer le déroulement précis de cet acte, et sa durée.

Le déplacement dans la visite virtuelle peut se faire par manipulation directe de la souris d'ordinateur (ou de manière tactile sur tablette), ou bien à l'aide des boutons de contrôle et de déplacement, comme indiqué sur la figure 15. Ces derniers peuvent être masqués.

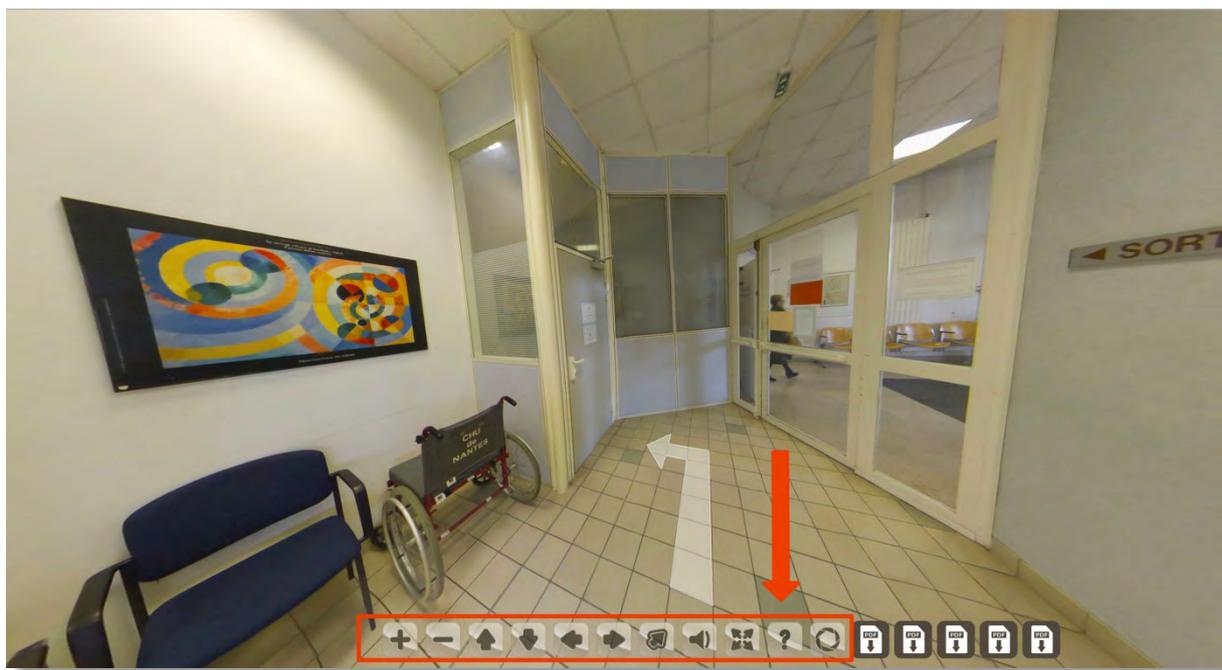
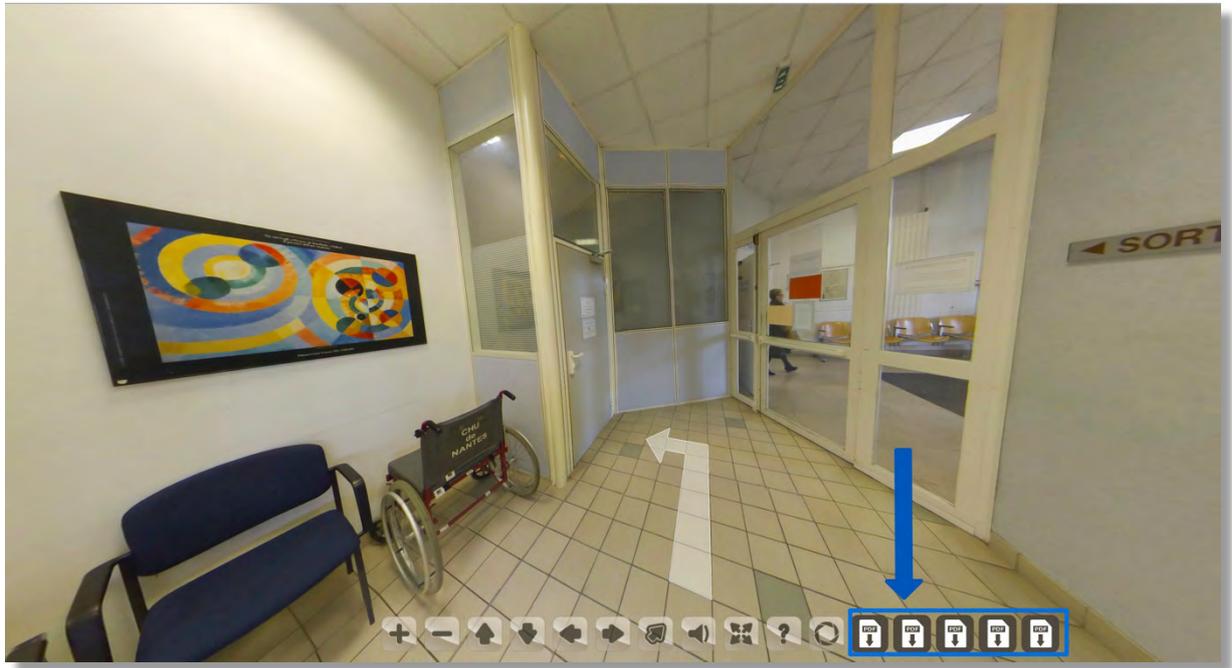


Figure 15 : boutons de déplacement et contrôle

-  Agrandir
-  Réduire
-  Déplacement vers le haut
-  Déplacement vers le bas
-  Déplacement vers la gauche
-  Déplacement vers la droite
-  Changer mode de déplacement de la souris
-  Jouer / Couper les sons
-  Afficher en grand écran
-  Afficher l'aide
-  Afficher / Masquer la barre de contrôle



Les icônes intitulées « PDF » (figure 16) offrent au visiteur la possibilité d'accéder à des fiches explicatives sur différents actes. Ces fiches de l'association CoActis Santé (7) présentées sous la forme de bande dessinées, expliquent à l'enfant le déroulement d'un examen dentaire, d'un détartrage, d'une extraction dentaire, du soin d'une carie, et enfin, l'utilisation du gaz M.E.O.P.A .



*Figure 16 : Fiches explicatives santéBD*

Lors de la visite virtuelle, le déplacement de pièce en pièce peut se faire soit en cliquant sur la flèche/le point en surbrillance au sol, soit en cliquant directement au niveau de la porte à franchir. (figure 17)



*Figure 17 : Déplacement entre les pièces*

### III.1 Développement de l'outil

#### III.1.1 Extension des possibilités

Parmi les évolutions envisageables, le développement de cet outil peut passer par l'augmentation des possibilités de visites dans le centre de soins. A l'heure actuelle, ce projet se concentre seulement sur un secteur d'activité clinique du Centre de soins, au rez-de-chaussée. Il apparaît souhaitable de permettre la visite de certains autres, voire tous les autres secteurs.

Pour cela, un nouveau travail de thèse pourrait voir le jour, ou une unité d'enseignement (UE) optionnelle pourrait être mise en place afin d'assurer le développement de l'outil.

Les objectifs seraient les suivants :

- Mise à jour des locaux, du matériel ou de tout ce qui peut rendre obsolète le travail présenté dans cette thèse.
- Création des visites virtuelles des autres secteurs.
- Augmenter l'interactivité de la visite pour maximiser le caractère immersif.
- Etoffer la documentation et autres moyens d'aide et information aux personnes avec autisme, ou autres handicaps.

D'autre part, le but de ce travail étant principalement d'aider les enfants avec autisme, il serait intéressant de pouvoir mettre en place un suivi sous forme d'étude afin de déterminer l'impact réel de cet outil dans l'approche des soins dentaires auprès de ces enfants.

### **III.1.2 Autre public visé**

En étendant les possibilités de visites à d'autres secteurs cliniques, on agrandit ainsi le champ d'action de la population ciblée. Comme indiqué dans le titre de ce travail, cet outil est destiné à aider les personnes souffrant de troubles autistiques. Mais en concevant une extension des parties visitables, on touche alors une population plus générale.

Bien qu'une désensibilisation auprès de cette population apparaisse moins nécessaire, ceci constituerait néanmoins un apport notable dans la façon d'aborder les soins, leur appréhension. D'autant qu'à l'heure actuelle, en France, on estime encore que plus de 13% de la population adulte est anxieuse vis à vis des soins dentaires (88).

### **III.1.3 Autres intérêts**

La mission de ce travail est de proposer un outil qui serait susceptible de réduire l'anxiété en matière d'examen ou de soins bucco-dentaires. Nous avons vu en quoi cela pourrait être utile pour les patients, avec autisme ou non. L'intérêt de pouvoir découvrir le lieu comme il est réellement, en amène d'autres, pour le centre de soins notamment :

- Pouvoir dévoiler les atouts et attraits de l'établissement.
- Renforcer l'image professionnelle, de confiance et de sérieux.
- Véhiculer une image dynamique et moderne.
- Développer la réputation des lieux, en augmenter l'attractivité.
- Visibilité sur différents supports (bureau / tablette / smartphone).

### **III.2 Mises à jour**

La mise à jour du projet nécessite l'utilisation et donc la maîtrise des deux logiciels précédemment cités, que sont *Autopano Giga®* et *Panotour Pro®*. Il serait évidemment possible d'étendre la visite virtuelle en reprenant ce qui a été fait ici, sans avoir à tout recommencer.

L'intérêt est là de pouvoir s'adapter aux changements de matériel ou d'aménagements des locaux, comme la signalétique, avec un double enjeu : Du côté patient, celui d'avoir un aperçu toujours plus fidèle du centre de soins. Et du côté professionnel, d'éviter de proposer un outil qui semble tomber en désuétude.

Le projet a par exemple été réalisé avant le changement des fauteuils de soins programmé en juillet 2016, et ce changement mériterait d'être reporté sur la visite virtuelle.

## CONCLUSION

La prise en charge des patients avec TSA est un enjeu important de santé publique mais aussi un domaine où persistent de nombreuses interrogations. Le manque de communication sociale, la peur de l'inconnu, ou la sensibilité extrême constituent une vraie problématique en matière d'accès à la santé orale.

Parallèlement à l'utilisation de techniques sédatives, les méthodes comportementales adaptées doivent être privilégiées. Ces techniques intègrent de nombreux éléments de pédagogie visuelle, dont le but est de présenter aux enfants tout ce qui peut faire partie de l'inconnu autour des actes dentaires, et ainsi les familiariser avec l'environnement de soins.

L'utilisation des nouvelles technologies comme support de la pédagogie visuelle s'est considérablement développé au cours des dix dernières années pour les personnes souffrant d'un trouble du spectre autistique. Toujours plus nombreux sont les enfants qui y trouvent des moyens de s'épanouir et de progresser dans des secteurs où ils possèdent des déficiences.

Cependant, après plus d'une décennie de recherches intenses dans ce domaine, les thérapies basées sur l'utilisation d'outils numériques sont encore perçues comme émergentes, plus que réellement établies (44). La validité des différentes études est souvent sujette à débat, et de nombreux auteurs soulignent la nécessité de mener ces recherches avec plus de rigueur.

Cet outil de visite virtuelle du centre de soins dentaires au CHU de Nantes a été créé avec l'idée d'apporter une aide concrète dans le quotidien de ces enfants dont les besoins en soins dentaires sont manifestes.

Cette technologie n'est pas une finalité en soi, et son utilisation ne peut en aucun cas remettre en question l'apport humain de l'entourage, et du praticien. Mais elle doit être vue comme un tremplin, dont l'objectif final doit rester un accès aux soins toujours plus facilité.

L'apport d'un tel outil réside dans sa capacité à s'intégrer dans le parcours thérapeutique de ces enfants. Alors, il pourrait permettre aux enfants avec autisme de faciliter leur accès à la santé orale, et améliorer leur qualité de vie.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### 1. **ABA APPRENDRE AUTREMENT.**

Qu'est-ce que l'ABA ?

[http://www.abaautisme.org/index.php?option=com\\_content&view=category&id=3&layout=blog&Itemid=3](http://www.abaautisme.org/index.php?option=com_content&view=category&id=3&layout=blog&Itemid=3)

### 2. **ALDEBARAN ROBOTICS.**

Présentation en ligne : Qui Est NAO ?

<https://www.aldebaran.com/fr/cool-robots/nao>

### 3. **ALLEN M, HARTLEY C, CAIN K.**

Do iPads Promote Symbolic Understanding and Word Learning in Children with Autism?  
Educ Psychol 2015 ; 6 : 138.

### 4. **AMERICAN ACADEMY ON PEDIATRIC DENTISTRY.**

Guideline on behavior guidance for the pediatric dental patient.

Pediatr Dent 2009 ; 30(7) : 125-33.

### 5. **ARESTI-BARTOLOME N, GARCIA-ZAPIRAIN B.**

Technologies as support tools for persons with autistic spectrum disorder : a systematic review.

Int J Environ Res Public Health 2014 ; 11(8) : 7767-7802.

### 6. **ASMA'A MS, SHERINE BYB, MERVAT AR.**

Effectiveness of audiovisual modeling on the behavioral change toward oral and dental care in children with autism.

Ind J Dent 2013, 4(4) : 184-90.

### 7. **ASSOCIATION CoACTIS SANTE.**

Projet SantéBD.

<http://www.coactis-sante.fr/>.

### 8. **AUTISM WEST MIDLANDS.**

Launch of virtual tours for people with autism,

[http://www.autismwestmidlands.org.uk/aboutus/news\\_detail/56c5a0112419d](http://www.autismwestmidlands.org.uk/aboutus/news_detail/56c5a0112419d).

### 9. **AUTISME FRANCE.**

Les nouvelles technologies : ordinateurs, tablettes tactiles...

La lettre d'Autisme France n°54 -Février 2013.

[http://www.autisme-france.fr/offres/file\\_inline\\_src/577/577\\_P\\_21034\\_31.pdf](http://www.autisme-france.fr/offres/file_inline_src/577/577_P_21034_31.pdf).

### 10. **BAGHDADLI A.**

Autisme et nouvelles technologies : de la recherche à l'innovation.

Journée autisme et nouvelles technologies : CRA-LR à Montpellier , le 4 juin 2015.

<http://www.autisme-ressources-lr.fr/IMG/pdf/9h00-baghdadli-ouverture-journee.pdf>

- 11. BAIJO J, WINGATE M, KIRBY RS et coll.**  
Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years — autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2010.  
[http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/ss6302a1.htm?s\\_cid=ss6302a1\\_w](http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/ss6302a1.htm?s_cid=ss6302a1_w).
- 12. BECK MH, CATALDO M, SLIFER KJ.**  
Teaching children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and autistic disorder (AD) how to swallow pills.  
Clin Pediatr 2005 ; 44(6) : 515–26.
- 13. BELLINI S, AKULLIAN J.**  
A meta-analysis of video modeling and video self-modeling interventions for children and adolescents with autism spectrum disorders.  
Except Child 2007 ; 73(3) : 264–87.
- 14. BERTHET A, DESPREZ-DROZ D, NAULIN-IFI C et coll.**  
Le traitement de la douleur et de l’anxiété chez l’enfant  
Ed Quintessence International Collection Réussir 2007
- 15. BONDY AS, FROST LA.**  
The picture exchange communication system.  
Focus Autism Other Dev Disabl 1994 ; 9 : 1–19 .
- 16. BRIEUSSEL L, SABATIER P, REBOUL A, et coll.**  
Aide à La Communication Informatisée Dans Les TED  
[http://pageperso.lif.univ-mrs.fr/~paul.sabatier/Publications/TED\\_2011.pdf](http://pageperso.lif.univ-mrs.fr/~paul.sabatier/Publications/TED_2011.pdf).
- 17. CASAMASSIMO PS, SEALE NS, et RUEHS K.**  
General dentists’ perceptions of educational and treatment issues affecting access to care for children with special health care needs.  
J Dent Educ 2004 ; 68(1) : 23-28.
- 18. CAZES B, DUBUC A, ESCLASSAN R et coll.**  
Protocoles de soins bucco-dentaires chez les patients présentant un handicap. bonnes pratiques bucco-dentaires.  
<http://www.autisme.qc.ca/assets/.../Guidedebonnepratiquebucco-dentaire.pdf>.
- 19. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION.**  
National survey of children with special health care needs (2009/10 NS-CSHCN)  
<http://www.childhealthdata.org/docs/default-document-library/ns-cshcn-fast-facts-2009.pdf?sfvrsn=1>
- 20. CHENG Y, HUANG CL, YANG CS.**  
Using a 3D Immersive virtual environment system to enhance social understanding and social skills for children with autism spectrum disorders.  
Focus Autism Other Dev Disabl 2015 ; 30 (4) : 222–36.

21. **COLLADO V, FAULKS D, NICOLAS E et coll.**  
Conscious sedation procedures using intravenous midazolam for dental care in patients with different cognitive profiles: a prospective study of effectiveness and safety.  
PLoS ONE 2013 ; 8 (8) : e71240.
22. **CONFERENCE ITASD : INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR AUTISM.**  
Autisme : Ce qui change avec le numérique. Conférence internationale, 2014.  
<http://www.itasd.org/>.
23. **CONNICK C, PUGLIESE S, WILLETTE J et coll.**  
Desensitization: strengths and limitations of its use in dentistry for the patient with severe and profound mental retardation.  
ASDC J Dent Child 2000 ; 67 (4) : 250–55.
24. **D'ATENEO P, MANGIAPANELLO K, TAYLOR BA.**  
Using video modeling to teach complex play sequences to a preschooler with autism.  
J Posit Behav Int 2003 ; 5(1) : 5–11.
25. **DAO LP, ZWETCHKENBAUM S, INGLEHART MR.**  
General dentists and special needs patients : does dental education matter?  
J Dent Educ 2005 ; 69(10) : 1107–15.
26. **DASCALU CM, GARNIER P.**  
Le défi des outils numériques dans la scolarisation des élèves avec autisme : entre les besoins cognitifs des élèves et les approches pédagogiques des enseignants.  
Rech Educ, no 23, octobre 2015, 27-43.  
<http://www.recherches-en-education.net/IMG/pdf/REE-no23.pdf>.
27. **DASCALU CM.**  
Autisme : les technologies pour apprendre à communiquer. 2013.  
<http://www.cndp.fr/agence-usages-tice/que-dit-la-recherche/autisme-les-technologies-pour-apprendre-a-communiquer-63.htm>
28. **DE MOOR R, MARTENS L.**  
Dental care in autism.  
Rev Belge Med Dent 1997 ; 52(2) : 44-55.
29. **DELLI K, REICHART PA, BORNSTEIN MM et coll.**  
Management of children with autism spectrum disorder in the dental setting: concerns, behavioural approaches and recommendations.  
Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2013 ; 18(6) : e862–68.
30. **DESMETTRE F. et DELEROT G CENTRE RESSOURCES AUTISMES  
NORD-PAS-DE-CALAIS.**  
Le numérique au service de l'autisme : Tablettes, Applications et Développement. 2013  
[http://www.autisme-france.fr/offres/file\\_inline\\_src/577/577\\_P\\_33717\\_1.pdf](http://www.autisme-france.fr/offres/file_inline_src/577/577_P_33717_1.pdf).
31. **DIEHL JJ, SCHMITT LL, VILLANO M et coll.**  
The clinical use of robots for individuals with autism spectrum disorders: a critical review.  
Res in autism spectrum disorders 2012 ; 6(1) : 249–62.

**32. ÉDITIONS LAROUSSE.**

Le Dictionnaire de Français.

<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/peur/60046>.

**33. EDWARDS DM, MERRY AJ.**

Disability. Part 2: Access to dental services for disabled people. A questionnaire survey of dental practices in Merseyside.

Br Dent J 2002 ; 193(5) : 253-5.

**34. ELMORE J.L, BRUHN AM, BOBZIEN JL.**

Interventions for the reduction of dental anxiety and corresponding behavioral deficits in children with autism spectrum disorder.

J Dent Hyg 2016 ; 90(2) : 111-20.

**35. FEDERATION QUEBECOISE DE L'AUTISME.**

La méthode TEACCH.

<http://www.autisme.qc.ca/tsa/les-methodes-educatives/la-methode-teacch.html>.

**36. FOMBONNE E.**

The epidemiology of autism: a review.

Psychol Med 1999 ; 29(4) : 769-86.

**37. FONDATION ORANGE.**

Doctor Tea Projet, Hospital General Universitario Gregorio Marañón.

<http://www.doctortea.org/>

**38. FRICH A.**

Guide de la photo panoramique : Créer une visite virtuelle : résumé des étapes ;

<http://www.guide-photo-panoramique.com/visite-virtuelle/resume-visite-virtuelle.html>.

**39. FRICH A.**

Qu'est-Ce Qu'une Photo Panoramique ?

<http://www.guide-photo-panoramique.com/photo-panoramique.html>

**40. FRIEDLANDER A.H, YAGIELA JA, PATERNO VI et coll.**

The neuropathology, medical management and dental implications of autism.

J Am Dent Assoc 2006 ; 137(11) : 1517-27.

**41. GANDHI R.P, KLEIN U**

Autism spectrum disorders: an update on oral health management.

J Evid Based Dent Pract 2014 ; 14 (Suppl) : 115-26.

**42. GARCIA-PALACIOS A, BOTELLA C, HOFFMAN H et coll.**

Comparing acceptance and refusal rates of virtual reality exposure vs. in vivo exposure by patients with specific phobias.

Cyberpsychol Behav 2007 ; 10(5) : 722-24.

43. **GOODISON T.A.**  
Learning with ict at primary level: pupils' perceptions.  
J Comput Assist Learn 2002 ; 18(3) : 282-95.
44. **GRYNSZPAN O, WEISS PL, PEREZ-DIAZ F et coll.**  
Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: a meta-analysis.  
Autism 2014 ; 18(4) : 346-361.
45. **GRYNSZPAN O.**  
Étude exploratoire des interfaces homme-machines éducatives pour l'autisme.  
Enfance 2007 ; 59(2) : 189-204.
46. **HAUTE AUTORITE DE SANTE.**  
Autisme - Etat des connaissances - Synthèse. 2010.  
[http://www.hassante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2010-03/autisme\\_etat\\_des\\_connaissances\\_synthese.pdf](http://www.hassante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2010-03/autisme_etat_des_connaissances_synthese.pdf)
47. **HAUTE AUTORITE DE SANTE.**  
Appréciation du risque carieux et indications du scellement prophylactique des sillons des premières et deuxième molaires permanentes chez les sujets de moins de 18 ans.  
Recommandations pour la pratique clinique. Novembre 2005.  
[http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Puits\\_Sillons\\_recos.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Puits_Sillons_recos.pdf)
48. **HAUTE AUTORITE DE SANTE**  
Autisme et autres troubles envahissants du développement : Questions/Réponses sur l'état des connaissances. 2010.  
[http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2010-03/autisme\\_questions\\_reponses.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2010-03/autisme_questions_reponses.pdf).
49. **HAUTE AUTORITE DE SANTE.**  
Indications et contre-indications de l'anesthésie générale pour les actes courants d'odontologie et de stomatologie. Synthèse. 2005.  
[http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/anesthesie\\_odontologie\\_synth.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/anesthesie_odontologie_synth.pdf).
50. **HENNEQUIN M, COLLADO V, FAULKS et coll.**  
Sédation consciente par inhalation chez l'enfant présentant des troubles du développement.  
Extraits des actes du colloque UNESCO 2004, « La douleur de l'enfant, quelles réponses ? ».  
<http://www.pediadol.org/Sedation-consciente-par-inhalation,215.html>
51. **HENNEQUIN M, FAULKS D, ROUX D.**  
Accuracy of estimation of dental treatment need in special care patients.  
J Dent 2000 ; 28(2) : 131-36.
52. **HERNANDEZ P, IKKANDA Z**  
Applied Behavior Analysis: behavior management of children with autism spectrum disorders in dental environments.  
J Am Dent Assoc 2011 ; 142(3) : 281-87.

**53. HESCOT P, MOUTARDE A.**

Rapport de la mission « Handicap et santé bucco-dentaire ». Améliorer l'accès à la santé bucco-dentaire des personnes handicapées. Secrétariat d'Etat chargé de la Famille et de la Solidarité. Juillet 2010.

<http://reseau-sbdh-ra.org/upload/kcfinder/files/P13%20HSBD.pdf>

**54. HUIJNEN CA, LEXIS MA, JANSENS R et coll.**

Mapping robots to therapy and educational objectives for children with autism spectrum disorder.

J Autism Dev Disord 2016 ; 46(6) : 2100–2114.

**55. HUMANOIDES : H+ MAGAZINE**

Les robots peuvent apprendre certains comportements aux enfants autistes, article en ligne publié le 1er septembre 2014.

<https://humanoides.fr/2014/09/les-robots-peuvent-apprendre-certains-comportements-aux-enfants-autistes/>.

**56. INSTITUT NATIONAL DE LA SANTE ET DE LA RECHERCHE MEDICALE**

Rapport INSERM – Synthèse de l'expertise collective – Psychothérapie.

[http://www.inserm.fr/content/download/1420/13020/file/psychotherapie\\_synthese](http://www.inserm.fr/content/download/1420/13020/file/psychotherapie_synthese).

**57. ISONG IA, RAO SR, HOLIFIELD C et coll.**

Addressing dental fear in children with autism spectrum disorders: a randomized controlled pilot study using electronic screen media.

Clin Pediatr (Philadelphia) 2014 ; 53(3) : 230-7.

**58. JABER MA.**

Dental caries experience, oral health status and treatment needs of dental patients with autism.

J Appl Oral Sci 2011 ; 19(3) : 212-17.

**59. JACQUET D.**

Les TICE au service des apprentissages des élèves handicapés mentaux.

Nouv Rev Adapt Scolar 2008 ; 43 : 45-56.

**60. JOHNSON N, BREE O, LALLEY EE et coll.**

Effect of a social script ipad application for children with autism going to imaging.

J Pediatr Nurs 2014 ; 29(6) : 651–59.

**61. JOHNSON NL, RODRIGUEZ D.**

Children with autism spectrum disorder at a pediatric hospital: a systematic review of the literature.

Pediatric Nurs 2013 ; 39(3) : 131–41.

**62. KAGOHARA DM, VAN DER MEER L, RAMDOSS S et coll.**

Using iPods(®) and iPads(®) in teaching programs for individuals with developmental disabilities: a systematic review.

Res Dev Disabil 2013 ; 34(1) : 147–56.

63. **KANDALAFT MR, DIDEHBANI N, KRAWCZYK DC et coll.**  
Virtual reality social cognition training for young adults with high-functioning autism.  
J Autism Dev Disord 2013 ; 43(1) : 34–44.
64. **KLEIN U, NOWAK AJ.**  
Autistic disorder: a review for the pediatric dentist.  
Pediatr Dent 1998 ; 20(5) : 312-17.
65. **KOHLLENGER R, GREENBERG D, REYMORE L et coll.**  
Behavior modification and the management of mentally retarded dental patients.  
ASDC J Dent Child 1972 ; 39(1) : 61–67.
66. **KONERU A, SIGAL MJ.**  
Access to dental care for persons with developmental disabilities in Ontario.  
J Can Dent Assoc 2009 ; 75(2) : 121.
67. **KONSTANTINIDIS EI, LUNESKI A, FRANTZIDIS CA et coll.**  
Information and communication technologies (ICT) for enhanced education of children with autism spectrum disorders.  
J Inf Technol Healthcare 2009 ; 7(5) : 284-292.
68. **KOPEL HM.**  
The autistic child in dental practice.  
ASDC J Dent Child 1977 ; 44(4) : 302–309.
69. **KOPYCKA-KEDZIERAWSKI DT, AUINGER P.**  
Dental needs and status of autistic children: results from the national survey of children's health.  
Pediatr Dent 2008 ; 30(1) : 54-58.
70. **KRAKOWIAK P, GOODLIN-JONES B, HERTZ-PICCIOTTO I et coll.**  
Sleep problems in children with autism spectrum disorders, developmental delays, and typical development: a population-based study.  
J Sleep Res 2008 ; 17(2) : 197-206.
71. **KUHANECK HM, CHISHOLM EC.**  
Improving dental visits for individuals with autism spectrum disorders through an understanding of sensory processing.  
Spec Care Dentist 2012 ; 32(6) : 229–33.
72. **LAHM E.A.**  
Software that engages young children with disabilities: a study of design features.  
Focus Autism Other Dev Disabil 1996 ; 11(2) : 115–24.
73. **LEONARD A, MITCHELL P, PARSONS S.**  
Finding a place to sit : a preliminary investigation into the effectiveness of virtual environments for social skills training for people with autistic spectrum disorders.  
[http://www.icdvrat.org/2002/papers/2002\\_32.pdf](http://www.icdvrat.org/2002/papers/2002_32.pdf).

- 74. LOE H, SILNESS J.**  
Periodontal disease in pregnancy. I. Prevalence and severity.  
Acta Odontol Scand 1963 ; 21 : 533-51.
- 75. LOEPPKY WP, SIGAL MJ.**  
Patients with special health care needs in general and pediatric dental practices in Ontario.  
J Can Dent Assoc 2006 ; 72(10) : 915.
- 76. LOO CY, GRAHAM RM, HUGHES CV.**  
The caries experience and behavior of dental patients with autism spectrum disorder.  
J Am Dent Assoc 2008 ; 139(11) : 1518-24.
- 77. LORAH ER, PARNELL A, WHITBY PS et coll.**  
A systematic review of tablet computers and portable media players as speech generating devices for individuals with autism spectrum disorder.  
J Autism Dev Disord 2015 ; 45(12): 3792–3804.
- 78. LUSSIER-DESROCHERS D, DIONNE C, LAFOREST A.**  
L'utilisation des technologies en intervention précoce : pistes de réflexion.  
J Dev Disabil 2011 ; 17(1) : 38-46.
- 79. MACDONALD RE, CLARK M, GARRIGAN E et coll.**  
Using video modeling to teach pretend play to children with autism.  
Behav Intervent 2005 ; 20(4) : 225–38.
- 80. MACHALICEK W., SANFORD A., LANG R et coll.**  
Literacy interventions for students with physical and developmental disabilities who use aided AAC devices: a systematic review.  
J Dev Phys Disabil 2010 ; 22(3) : 219-240.
- 81. MALBOS E, BOYER L, LANÇON C.**  
Virtual reality in the treatment of mental disorders.  
Presse Med 2013 ; 42(11) : 1442-52.
- 82. MATSON JL, SEVIN JA, BOX ML et coll.**  
An evaluation of two methods for increasing self-initiated verbalizations in autistic children.  
J Appl Behav Anal 1993 ; 26(3) : 389-398.
- 83. MCDONALD RE, AVERY DR**  
Dentistry for the child and adolescent. 6<sup>e</sup> ed.  
St.Louis : Mosby-Year Book, 1994 : 601- 605, 611.
- 84. MEDINA AC, SOGBE R, GOMEZ-REY AM et coll.**  
Facetial oral lesions in an autistic paediatric patient.  
Int J Paediatr Dent 2003 ; 13(2) : 130–37.
- 85. NATIONS UNIES**  
Convention relative aux droits des personnes handicapées et Protocole facultatif.  
<http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-f.pdf>

- 86. NELSON TM, SHELLER B, FRIEDMAN CS et coll.**  
Educational and therapeutic behavioral approaches to providing dental care for patients with autism spectrum disorder.  
Spec Care Dent 2015 ; 35(3) ; 105-13.
- 87. NELSON TM, XU Z.**  
Pediatric dental sedation: Challenges and opportunities.  
Clin Cosmet Invest Dent 2015 ; 7 : 97–106.
- 88. NICOLAS E, COLLADO V, FAULKS D et coll.**  
A national cross-sectional survey of dental anxiety in the French adult population.  
BMC Oral Health 2007 ; 10(7) : 12.
- 89. NORTH M.M, NORTH S.M, COBLE JR.**  
Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Psychological Disorders.  
Stud Health Technol Inform 1997 ; 44: 59-70.
- 90. ORELLANA LM, SILVESTRE FJ, MARTINEZ-SANCHIS S et coll.**  
Oral manifestations in a group of adults with autism spectrum disorder.  
Med Oral Patol Oral Cir Buccal 2012 ; 17(3) : e415-19.
- 91. ORELLANA LM, SILVESTRE FJ, MARTINEZ-SANCHIS S et coll.**  
Training adults and children with an autism spectrum disorder to be compliant with a clinical dental assessment using a teacch-based approach.  
J Autism Dev Disord 2014 ; 44(4) : 776–85.
- 92. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE**  
Troubles du spectre autistique : aide-mémoire.  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/autism-spectrum-disorders/fr/>
- 93. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE.**  
CIM-10. Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes. 10e révision.  
<http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2008/fr#/F80-F89>
- 94. PANYAN MV.**  
Computer technology for autistic students.  
J Autism Dev Disord 1984 ; 14(4) : 375–382.
- 95. PARSONS S, COBB S.**  
State-of-the-Art of virtual reality technologies for children on the autism spectrum.  
Europ J Spec Needs Educ 2011 ; 26(3) : 355–66.
- 96. PARSONS S, MITCHELL P.**  
The potential of virtual reality in social skills training for people with autistic spectrum disorders.  
J Intellect Disabil Res 2002 ; 46(5) : 430–43.

97. **PENNINGTON RC.**  
Computer-assisted instruction for teaching academic skills to students with autism spectrum disorders: a review of literature.  
Focus Autism Other Dev Disabil 2010 ; 25(4): 239–48.
98. **PENNISI P, TONACCI A, TARTARISCO G et coll.**  
Autism and social robotics: a systematic review.  
Autism Res 2016 ; 9(2) : 165–83.
99. **PISALCHAIYONG T, TRAIRATVORAKUL C, JIRAKIJJA J et coll.**  
Comparison of the effectiveness of oral diazepam and midazolam for the sedation of autistic patients during dental treatment.  
Pediatr Dent 2005 ; 27(3) : 198–206.
100. **PLOOG B, SCHARF A, NELSON D et coll.**  
Use of computer-assisted technologies (CAT) to enhance social, communicative, and language development in children with autism spectrum disorders.  
J Autism Dev Disord 2013 ; 43(2) : 301–22.
101. **RAMDOSS S, MULLOY A, LANG R et coll.**  
Use of computer-based interventions to improve literacy skills in students with autism spectrum disorders: a systematic review.  
Res Autism Spectrum Disord 2011 ; 5(4) : 1306–18.
102. **RAPOSA KA.**  
Behavioral management for patients with intellectual and developmental disorders.  
Dent Clin North Am 2009 ; 53(2) : 359–73, xi.
103. **REED FDDG, HYMAN SR, HIRST JM.**  
Applications of technology to teach social skills to children with autism.  
Res Autism Spectrum Disord 2011 ; 5(3) : 1003–10.
104. **RENAUD P.**  
Les technologies usuelles de l’information et de la communication au service des élèves autistes et de leurs enseignants.  
La nouvelle revue de l’adaptation et de la scolarisation 2012 ; 3(59) : 195-205.
105. **RIVA G ET WIEDERHOLD BK.**  
Introduction to the special issue on virtual reality environments in behavioral sciences.  
IEEE Trans Inf Technol Biomed 2002 ; 6(3) : 193-97.
106. **ROGE B.**  
Autisme, comprendre et agir. Santé, éducation, insertion. 3<sup>e</sup> ed.  
Paris : Dunod ; 2015 .
107. **ROTHBAUM BO, HODGES L, SMITH S et coll.**  
A controlled study of virtual reality exposure therapy for the fear of flying.  
J Consult Clin Psychol 2000 ; 68(6) : 1020-26.

108. **ROTHBAUM BO, HODGES L, ANDERSON PL et coll.**  
Twelve-month follow-up of virtual reality and standard exposure therapies for the fear of flying.  
J Consult Clin Psychol 2002 ; 70(2) : 428-32.
109. **ROTHBAUM BO, HODGES LF, READY D et coll.**  
Virtual reality exposure therapy for vietnam veterans with posttraumatic stress disorder.  
J Clin Psychiatr 2001 ; 62(8) : 617-22.
110. **SCASSELLATI B, ADMONI H, MATARIC M,**  
Robots for use in autism research.  
Ann Rev Biomed Eng 2012 ; 14 : 275-94.
111. **SHIPLEY-BENAMOU R, LUTZKER JR, TAUBMAN M.**  
Teaching daily living skills to children with autism through instructional video modeling.  
J Positive Behav Interv 2002 ; 4(3) : 166-77.
112. **SIXOU JL, MARIE-COUSIN A.**  
Techniques anesthésiques chez les enfants et les adolescents.  
Encycl Med Chir (Paris), Médecine buccale ; 28-205-T-10, 2010.
113. **SMITH CS, ESTER TV, INGLEHART MR.**  
Dental education and care for underserved patients : an analysis of students' intentions and alumni behavior.  
J Dent Educ 2006 ; 70(4) : 398-408.
114. **SOHDEV : SANTE ORALE HANDICAP DEPENDANCE ET VULNERABILITE.**  
Programme Autisme & Sante Orale  
<http://www.sohdev.org/autisme-et-sante-orale>.
115. **STEIN LI, POLIDO JC, MAILLOUX Z et coll.**  
Oral care and sensory sensitivities in children with autism spectrum disorders.  
Spec Care Dent 2011 ; 31(3) : 102-10.
116. **STEPHENSON J, LIMBRICK L,**  
A review of the use of touch-screen mobile devices by people with developmental disabilities.  
J Autism Dev Disord 2015 ; 45(12) : 3777-91.
117. **SZAKACS G, DAVI A.**  
Risk of anesthesia regression in children with autism spectrum disorder and mitochondrial dysfunction.  
[http://www.mitoaction.org/files/Risk%20of%20Anesthesia%20Regression%20\(2\).pdf](http://www.mitoaction.org/files/Risk%20of%20Anesthesia%20Regression%20(2).pdf).
118. **TORDJMAN S, CHARRAS K.**  
Évolution de la nosographie et des perspectives de prise en charge de l'autisme: vers une approche environnementale.  
Neuropsych News 2007 ; 6(1) : 15-20.

119. **TOURIGNY J, CLENDINNENG D, CHARTRAND J et coll.**  
Evaluation of a virtual tour for children undergoing same-day surgery and their parents.  
Pediatr Nurs 2011 ; 37(4) : 177–83.
120. **VINCELLI F, CHOI H, MOLINARI E et coll.**  
Virtual reality assisted cognitive behavioral therapy for the treatment of panic disorders with agoraphobia.  
Studies Health Technol Inform 2002 ; 85 : 552-559.
121. **WAINER AL, INGERSOLL BR.**  
The use of innovative computer technology for teaching social communication to individuals with autism spectrum disorders.  
Res Autism Spectrum Disord 2011 ; 5(1) : 96–107.
122. **WANG M, REID D.**  
Virtual reality in pediatric neurorehabilitation: attention deficit hyperactivity disorder, autism and cerebral palsy.  
Neuroepidemiology 2011 ; 36(1) : 2–18.
123. **WEIL TN, INGLEHART MR.**  
Dental education and dentists' attitudes and behavior concerning patients with autism.  
J Dent Educ 2010 ; 74(12) : 1294-1307.
124. **WHALEN C, MOSS D, ILAN AB et coll.,**  
Efficacy of teachtown: basics computer-assisted intervention for the intensive comprehensive autism program in los angeles unified school district.  
Autism 2010 ; 14(3) : 179–97.
125. **WILKES K.**  
The sensory world of the autistic spectrum: a greater understanding.  
National Autistic Society, 2005.  
<http://aut2know.co.za/wp/wp-content/uploads/The-Sensory-World.pdf>
126. **WING L, GOULD J.**  
Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: epidemiology and classification.  
J Autism Dev Disord 1979 ; 9(1) : 11–29.
127. **WOOD JJ, DRAHOTA A, SZE K et coll.**  
Brief Report: effects of cognitive behavioral therapy on parent-reported autism symptoms in school-age children with high-functioning autism.  
J Autism Dev Disord 2009 ; 39(11) : 1608–12.
128. **WOOD JJ, DRAHOTA A, SZE K et coll.**  
Cognitive behavioral therapy for anxiety in children with autism spectrum disorders: a randomized, controlled trial.  
J Child Psychol Psychiatr 2009 ; 50(3) : 224–34.

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

<b>Figure 1 :</b> Comparaison entre DSM-IV et DSM-V.....	15
<b>Figure 2 :</b> Estimations de la prévalence des troubles envahissants du développement (5) ....	15
<b>Figure 3 :</b> Principe de réalisation d'une photographie panoramique en 8 photos.....	48
<b>Figure 4 :</b> Le logiciel Autopano Giga : Dans la partie gauche, les photos unitaires réalisées. Dans la partie droite, l'assemblage panoramique proposé.....	49
<b>Figure 5 :</b> Le logiciel Panotour Pro : Illustration de différents panoramas et leurs liens .....	49
<b>Figure 6 :</b> Emplacements des différentes prises de vues au rez-de-chaussée du CSD .....	51
<b>Figure 7 :</b> Illustration de la position de la pupille d'entrée (39).....	52
<b>Figure 8 :</b> Les différentes photographies réalisées dans la pièce à visiter .....	53
<b>Figure 9 :</b> Les six faces du cube de la visite virtuelle .....	54
<b>Figure 10 :</b> Rendu panoramique d'une photo 180x360° en mode sphérique. ....	55
<b>Figure 11 :</b> Rotation autour du point de pupille d'entrée .....	56
<b>Figure 12 :</b> Illustration des défauts : En rouge et jaune, exemples d'artéfacts d'assemblages corrigés. Dans le carré vert, un autre exemple non traité.....	57
<b>Figure 13 :</b> Exemple typique d'anomalies d'assemblage au niveau du sol .....	58
<b>Figure 14 :</b> le trépied qui sera à supprimer de l'image grâce aux retouches photos .....	58
<b>Figure 15 :</b> boutons de déplacement et contrôle .....	60
<b>Figure 16 :</b> Fiches explicatives santéBD.....	61
<b>Figure 17 :</b> Déplacement entre les pièces .....	62

**SÉGUIN (Romain).** – Visite virtuelle du centre de soins dentaires : intérêts vis à vis des personnes avec autisme. - 78 f. ; 17 ill. ; 128 ref. ; 30 cm (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2016)

#### RESUME

Le trouble du spectre autistique est caractérisé par des troubles de la communication sociale ainsi que des comportements répétitifs et restrictifs. Ces atteintes rendent la communication et la coopération souvent difficiles. C'est le cas lors de la prise en charge de soins bucco-dentaires.

Les méthodes comportementales peuvent être utilisées pour faciliter la prévention et l'accès aux soins. Elles intègrent de nombreux éléments de pédagogie visuelle. L'utilisation des nouvelles technologies comme support de cette pédagogie s'est considérablement développé au cours des dix dernières années.

Un projet de visite virtuelle du centre de soins dentaire du CHU de Nantes a été mené. Il a pour objectif de présenter aux enfants tout ce qui peut faire partie de l'inconnu autour des actes dentaires, les familiariser avec l'environnement de soins, et ainsi préparer au mieux les consultations dentaires.

#### RUBRIQUE DE CLASSEMENT : PEDODONTIE

#### MOTS CLES MESH

Trouble autistique – Autistic disorder

Thérapie par réalité virtuelle – Virtual reality exposure therapy

Santé buccodentaire – Oral health

Désensibilisation psychologique – Desensitization, psychologic

Simulation numérique – Computer simulation

#### JURY

Président : Mr le professeur Yves AMOURIQ

Directeur : Mme. le Docteur Serena LOPEZ-CAZAUX

Assesseur : Mme. le Professeur Fabienne PEREZ

Assesseur : Mr le Docteur Gilles AMADOR DEL VALLE

Assesseur : Mme. le Docteur Sylvie DAJEAN-TRUTAUD

#### ADRESSE DE L'AUTEUR

4 rue de Saverne 44000 Nantes

[r.seguin@live.fr](mailto:r.seguin@live.fr)