

UNIVERSITÉ DE NANTES – ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE NANTES
ÉCOLE D'ARCHITECTURE DE NANTES – CERMA
ÉCOLE D'ARCHITECTURE DE GRENOBLE – CRESSON

Diplôme d'Études Approfondies

Ambiances Architecturales et Urbaines

Option : Acoustique et Éclairagisme

Le rôle de la modalité tactile dans le déplacement du piéton en ville

Fabien COULON

Soutenu en septembre 2005
devant la commission d'examen composée de :

M. N. RÉMY	Maître-assistant associé à l'EAG, Chercheur au CRESSON
M. P. JOANNE	Maître-assistant des EA, Chercheur au CERMA

et sous la direction de :

Mme R. THOMAS	Chargée de recherches CNRS – CRESSON
---------------	--------------------------------------

RÉSUMÉ

Cette analyse des déplacements en ville s'attache d'une part à déterminer de quelle manière la modalité tactile intervient dans l'élaboration du cheminement piétonnier, d'autre part à mettre en évidence sa participation à la perception de l'espace architectural. Pour ce faire, nous avons recours à une méthodologie interdisciplinaire qui emprunte aux domaines de l'architecture, des sciences pour l'ingénieur et des sciences humaines.

A l'issue de cette étude, nous montrons le rôle joué par certaines qualités tactiles de l'environnement sur le déplacement, par l'intermédiaire d'une perception en contexte de la ville. Et surtout nous révélons l'existence de figures sensibles tactiles de l'espace, qui renseignent l'individu sur les potentialités d'actions cheminatoires.

Ce travail permet ainsi d'enrichir la problématique des ambiances architecturales et urbaines, en mettant en exergue la part des propriétés tactiles de l'environnement dans leur configuration.

Mots-clefs :

- **ambiances**
- **déplacement**
- **espace public urbain**
- **figures sensibles**
- **modalité tactile**
- **perception**
- **piéton**
- **toucher**

SOMMAIRE

INTRODUCTION	p. 6
<u>I – Présentation générale</u>	p. 7
<u>II – Qu’est-ce que la modalité tactile ?</u>	p. 8
1. Quelques définitions	p. 8
1-1. Sens, sensible	p. 8
1-2. Sensation, Perception	p. 9
1-3. Toucher, tact, tactile	p. 12
1-4. Déplacement, cheminement, itinéraire	p. 13
2. Statut du toucher au cours des derniers siècles	p. 14
2-1. XVIII ^e siècle	p. 14
2-2. XIX ^e siècle	p. 14
2-3. XX ^e -XXI ^e siècles	p. 16
3. Aspects cognitifs du toucher	p. 17
3-1. Composantes physiologiques	p. 17
3-1-1. La peau	p. 17
3-1-2. Les récepteurs et les canaux	p. 18
3-1-3. Les modalités de la sensibilité cutanée	p. 21
3-1-4. La kinesthésie	p. 23
3-2. Le toucher en action : la perception haptique	p. 24
3-2-1. Le système bras-mains	p. 24
3-2-2. La perception podo-tactile des sols	p. 26
4. Aspects socio-affectifs du toucher	p. 28
4-1. La conscience de soi, la conscience de l’autre	p. 28
4-2. Les influences culturelles du toucher	p. 29
4-3. Le sentiment de confort libère la communication tactile	p. 30
<u>III – Objectifs de l’étude</u>	p. 32
1. Problématique	p. 32
1-1. Démarche générale	p. 32
1-2. Les espaces publics urbains	p. 33
1-3. La dimension tactile du construit	p. 34
1-4. La notion d’ambiance	p. 35
1-5. Questionnement	p. 36
2. Hypothèses	p. 37

MÉTHODOLOGIE p. 40

I – Nécessité de l’interdisciplinarité méthodologique p. 41

II – Terrain d’étude p. 42

1. Choix du terrain et délimitation du parcours p. 42

2. Description des lieux traversés p. 44

2-1. L’avenue Alsace-Lorraine p. 44

2-2. La gare, la place de la Gare, le passage souterrain p. 45

2-3. La place Schuman, la rue Pierre Sémard p. 47

III – Caractérisation physique des sols p. 49

1. Considérations générales p. 49

2. Critères descriptifs p. 52

IV – Fiches synoptiques des espaces p. 54

V – La méthode des parcours commentés p. 65

1. Principe général p. 65

2. Population participante p. 66

3. Adaptation de la méthode p. 67

3-1. Le parcours en lui-même p. 67

3-2. Facteurs météorologiques p. 68

3-3. L’entretien post-parcours p. 69

ANALYSE DES DONNÉES p. 71

I – Procédure d’analyse p. 72

II – Première phase : Perceptions des propriétés tactiles de l’environnement p. 74

1. L’adhérence p. 75

2. L’état de surface : dureté, rugosité, irrégularités p. 78

3. Les rainures (espacements entre éléments) p. 82

4. Les pentes et dénivellements p. 84

5. Les propriétés thermo-aérauliques	p. 85
6. Conclusions	p. 88
<u>III – Deuxième phase : Figures tactiles des espaces urbains</u>	p. 90
1. Le tube	p.91
2. Le couloir climatique	p. 96
3. Le passage ombragé	p. 100
4. La zone pavée	p. 104
5. Conclusions	p. 109
CONCLUSION	p. 111
<u>I – Rappel des objectifs</u>	p. 112
<u>II – Résultats de la recherche</u>	p. 114
1. Propriétés tactiles	p. 114
2. Figures tactiles	p. 116
3. Bilan	p. 118
<u>III – Limites et pistes de recherche</u>	p. 121
BIBLIOGRAPHIE ALPHABÉTIQUE	p. 123
ANNEXES	p. 127

INTRODUCTION

I – Présentation générale

La société occidentale vit aujourd'hui, et depuis plusieurs décennies, une époque d'hypervisualisation culturelle. La dominance de la vision semble si massive que l'apport du toucher, notamment, est souvent considéré comme mineur : il se trouve restreint à des domaines spécifiques, comme le contrôle de la posture à partir des supports plantaires ou celui de la saisie d'objets dans un but de transport ou de transformation. Le toucher représente bien plus que cela à notre avis : il doit participer du déplacement du piéton, puisque le fait de marcher nécessite un minimum de contacts avec l'environnement. C'est pourquoi nous avons choisi de mener une étude qui permette d'explicitier le rôle de la modalité tactile dans le déplacement piétonnier en milieu urbain.

Avant toute chose, nous allons tâcher de déterminer exactement ce que recouvre le toucher, ou modalité tactile, en faisant le tour des disciplines qui s'y sont intéressées de près. Nous commencerons par définir les termes principaux de notre étude. Puis, nous analyserons la manière dont le toucher a été considéré ces derniers siècles. Ensuite, nous nous intéresserons à son fonctionnement d'un point de vue cognitif et anatomo-physiologique. Enfin, nous nous attacherons à montrer le rôle qu'il joue dans la vie socio-affective des individus.

Une fois que nous aurons effectué cette revue de littérature, nous pourrons alors exposer clairement la problématique qui constituera la base de notre travail de réflexion. Puis nous développerons nos hypothèses, conséquemment à toutes les considérations que nous aurons formulées. Les objectifs ainsi énoncés nous orienteront dans le choix d'une méthodologie appropriée.

II – Qu'est-ce que la modalité tactile ?

1. Quelques définitions¹

Nous allons tout d'abord faire le point sur les notions majeures de cette étude. Nous partirons de leurs définitions usuelles pour arriver jusqu'à des définitions plus spécialisées, attenantes aux domaines de la psychologie et de la recherche architecturale sur les ambiances.

1-1. Sens, sensible

La définition commune du terme **sens** désigne la **faculté d'éprouver les impressions** que font les objets matériels, et désigne aussi le **système récepteur** unitaire d'une modalité spécifique de sensations (correspondant, en gros, à un organe déterminé). Nous ne nous intéresserons pas ici à son autre acception, en rapport avec la « signification ».

En psychologie, le **sens** réfère à chacune des **fonctions psychophysiologiques** par lesquelles un organisme humain ou animal reçoit des **informations** sur certains éléments du **milieu extérieur** de nature physique. A la distinction classique des cinq sens, **vue, ouïe, odorat, goût et toucher**, a succédé une classification faisant intervenir la nature de la stimulation et des récepteurs qui lui correspondent (mécanorécepteurs pour les pressions, chimiorécepteurs pour les molécules, photorécepteurs pour la luminosité,...). Les organes des sens sont alors classés suivant leur localisation, et on distingue les **organes extéroceptifs**, qui analysent les variations du milieu extérieur, les **organes intéroceptifs**, qui analysent ce qui concerne les milieux intérieur et viscéral, et les **organes proprioceptifs** (surtout musculaires et articulaires), qui renseignent le système nerveux central sur la position des diverses parties du corps. **Dans la présente étude, nous conserverons la classification habituelle des sens (vue, toucher,...), plus commode pour le travail de terrain que nous souhaitons mener (nous ne pousserons pas l'analyse jusqu'au niveau des récepteurs). Nous pourrions parler indifféremment de sens ou de modalité sensorielle.**

¹ Les définitions présentées sont extraites des dictionnaires suivants, sauf précision : Lexis (1988). *Dictionnaire de la langue française*. Paris : Larousse. ; Robert, P. (2002). *Le Robert*. Paris : Dictionnaires le Robert. ; *Dictionnaire des synonymes* (1988). Paris : Larousse. ; *Dictionnaire étymologique* (2002). Paris : Larousse. ; Doron, R. et Parot, F. (2003). *Dictionnaire de psychologie*. Paris : PUF. ; Bloch, H., Dépret, E., Gallo, A. et al. (2002). *Dictionnaire fondamental de la psychologie*. Paris : Larousse.

L'adjectif **sensible** est employé pour qualifier :

- i. des êtres animés, des organes des sens **capables de ressentir, de percevoir une impression physique**.
- ii. des choses qui sont **facilement perçues, remarquées** par les sens ou par l'esprit.
- iii. ce qui **touche le plus** une personne, **au niveau affectif**.

L'environnement **sensible** est au cœur de la problématique de recherche développée par le laboratoire CRESSON². L'environnement qualifie l'ensemble des conditions physiques, biologiques et sociales qui agissent sur le vivant. En parlant d'**environnement sensible**, on fait alors référence de manière plus large à la **sphère des perceptions et des usages localisés et datés**, la construction perceptive étant modulée dans sa globalité par la **dimension configuratrice et active de l'individu** (données physiques, facteurs individuels, facteurs socio-culturels). Cette acception est préférentiellement utilisée dans le cadre de l'**analyse interdisciplinaire de situations données de la vie quotidienne**, ce que Jean-François Augoyard nomme la ville « naturée ». Le recours à cette notion nous permet de dépasser l'aspect strictement physiologique, mécanique de nos sens, afin de prendre en compte leur dimension affective et sociale ; elle souligne également l'importance de la contextualisation des phénomènes. **Le sensible ne se limite donc pas à la réception des signaux physiques par nos sens, mais fait également appel à l'émotion et à l'imaginaire des individus percevants.**

1-2. Sensation, Perception

Le terme **sensation** possède deux définitions dans le langage courant :

- i. **phénomène psycho-physiologique** par lequel une **stimulation** externe ou interne a un **effet modificateur** spécifique sur l'être vivant et conscient ; **état ou changement d'état** ainsi provoqué, à prédominance **affective** (plaisir, douleur) **ou représentative** (perception).

² Pour une approche de la définition de cette notion, consulter : Augoyard, J-F. (1995). L'environnement sensible et les ambiances architecturales. *L'Espace géographique*, vol. 4, p. 302-318. ; Augoyard, J-F. (1998). Eléments pour une théorie des ambiances architecturales et urbaines. *Les Cahiers de la recherche architecturale*, p. 12-23. ; Amphoux, P. et Thibaud, J-P. (2003). *Ambiances en débat*. Synthèse du séminaire interne 2000-2001 sur la notion d'Ambiance. Grenoble : CRESSON, *Collection Ambiances, Ambiance*, 237 p. ; Amphoux, P., Sauvageot, A., Thibaud, J-P., Petiteau, J-Y. et al. (1998). *La notion d'ambiance : une mutation de la pensée urbaine et de la pratique architecturale*. Lausanne : repro EPFL, 181 p.

- ii. **état psychologique** à forte composante **affective** (distinct du sentiment par son caractère immédiat, et par un caractère physiologique plus marqué).

Dans le vocabulaire psychologique, **sensation** est l'un des termes les plus courants, mais aussi l'un des plus lourds à définir d'une manière consensuelle, tant ses acceptions sont marquées d'implications théoriques. En voici les définitions les plus fréquentes :

- i. **unité élémentaire**, fournie par les sens, dont serait construit la connaissance ou le psychisme, comme un bâtiment est construit de briques.
- ii. **donnée sensorielle** la plus simple telle que **captée par les récepteurs**. Les sensations seraient les éléments qui, combinés entre eux, fourniraient les perceptions.
- iii. **donnée sensorielle élémentaire** dont témoignent physiologiquement l'excitation d'un récepteur et l'acheminement du message nerveux dans les centres de production primaire.

Le vocable **perception** recouvre lui aussi plusieurs définitions qui sont les suivantes :

- i. acte, opération de l'intelligence, **représentation intellectuelle** ; le fait de **subir** une action, d'y **réagir**.
- ii. **fonction** par laquelle l'esprit se **représente** les objets ; **acte** par lequel s'exerce cette fonction ; son **résultat**.
- iii. **prise de connaissance**, sensation, intuition.
- iv. **réaction** d'un sujet à une **stimulation** extérieure, qui se manifeste par des phénomènes chimiques, neurologiques, au niveau des organes des sens et du système nerveux central, et par divers mécanismes psychiques tendant à **adapter cette réaction à son objet**, tels que l'identification de l'objet perçu, sa différenciation par rapport aux autres objets.

En termes psychologiques, la **perception** désigne la fonction de **prise d'information** des événements du **milieu extérieur** ou du **milieu interne** par la voie des mécanismes sensoriels. Les différentes modalités sensorielles découpent **sélectivement** dans la réalité physique des **informations spécifiques**, et en excluent d'autres. Les **récepteurs sensoriels** ne constituent pas de simples grilles d'entrée de certaines stimulations, mais des **transducteurs** qui transforment des formes d'énergie caractéristiques en événements nerveux selon des règles propres à l'organisme percevant. Selon les derniers travaux en psychologie et en psychophysiologie, la perception n'est pas une fonction d'enregistrement passif, car les processus attentionnels se manifestent, dès le stade des récepteurs, par les contrôles et les

modulations des centres cérébraux supérieurs. Par perception, il faut donc comprendre **activité perceptive** : il ne s'agit pas d'un décalque du réel, mais d'une **construction**, d'une **organisation de la sensation en connaissance**, mettant en jeu des données sensorielles, émotionnelles, culturelles, motivationnelles, etc.

Ces définitions sont insatisfaisantes, car la limite entre sensation et perception reste relativement floue. Nous allons donc nous appuyer sur un exemple concret, mettant en jeu la perception tactile, qui permet de résoudre l'ambiguïté : les expériences menées par Bach-y-Rita et ses collègues sur le système SSVT (système de substitution visuo-tactile) dans les années 1960 et 1970³. L'originalité de ces études est de montrer que, au bout de plusieurs heures de pratique avec le SSVT, des sensations tactiles peuvent générer une perception visuelle : le sujet éprouve des sensations transmises par ses canaux sensoriels tactiles, mais qui lui fournissent des informations sur des propriétés visuelles (taille, distance, rotation, orientation). De plus, les stimuli perçus ne sont plus localisés au niveau de la peau, mais à distance du sujet, et les sensations proprement cutanées sont ignorées sauf en cas de gêne. Il faut noter toutefois que le sujet n'arrive à avoir de perception visuelle correcte et rapide que s'il bouge lui-même la caméra, sinon l'identification des objets est ralentie et imprécise : cela ne fait que souligner le **caractère essentiel du mouvement (de l'action) dans la perception**. Ces travaux permettent une dissociation claire entre sensation et perception : « la sensation correspond à la **qualité de l'expérience**, la perception dépend de **l'exploitation de l'information contenue dans l'expérience** » (Pacherie, 1997 : p. 284).

En définitive, la **perception** résulte de la recherche de traits caractéristiques de l'objet, et de l'application d'un processus de comparaison, de classification. **Par perception, nous entendons mode d'organisation des informations sensorielles ; avec, implicitement, l'idée d'intentionnalité**. La **sensation** définie par défaut ne suppose alors ni intention ni organisation ; cependant, la sensation pure ne peut se rencontrer qu'au tout début du fonctionnement d'un appareil sensoriel ou dans le cas particulier de l'emploi de systèmes de substitution sensorielle, car l'interprétation des sensations (la perception) est un processus très vite automatisé, dont nous perdons conscience par habitude. A l'instar d'Élisabeth Pacherie,

³ Pour plus de détails, lire Pacherie, E. (1997). Du problème de Molyneux au problème de Bach-y-Rita. In Proust, J.. *Perception et intermodalité : approches actuelles de la question de Molyneux*. Paris : PUF, p. 255-294.

lorsque nous parlerons de sensation, nous considérerons donc la manière dont les énergies sont transformées en influx nerveux au contact de l'organisme, c'est-à-dire le canal sensoriel d'entrée.

1-3. Toucher, tact, tactile

Le mot **toucher** se définit communément comme :

- i. l'un des cinq sens traditionnels, correspondant à la **sensibilité cutanée** qui intervient dans l'**exploration** des objets **par palpation**.
- ii. l'action ou **manière de toucher**.
- iii. la **qualité** que présente un **corps** pour la main qui le touche.

Étymologiquement, le verbe **toucher** est issu du latin populaire *toccare* « heurter, frapper » (XII^e-XIII^e s.), formation onomatopéique conservée dans les langues romanes (cf. roumain *toca*, italien *toccare*, occitan, catalan, espagnol et portugais *tocar*) au détriment du classique *tangere* « atteindre ». L'idée de « choc brusque », « frapper » est présente dans l'onomatopée *toc* (et *tocante*), *toquer* (et *tocade*) ou *tocsin*. *Toucher* a produit des mots liés au contact : *touche*, *touchette*, *touchau*, *intouchable*, *attouchement*, *à touche-touche*, ou encore *sainte nitouche* (n'y touche [pas]) ; *toccata* (de l'italien) désigne une pièce pour clavier, « à toucher ». *Retoucher* et *retouche* se sont séparés de ce sens. *Estoc* et *estoquer* n'appartiennent pas à cette famille étymologique.

Les synonymes du verbe habituellement admis sont : tâter ; être contigu à, mitoyen de ; atteindre ; blesser ; émouvoir ; éprouver ; remuer ; concerner ; gagner. Ils renvoient tous à une idée de contact, que ce soit au sens propre ou au sens figuré.

Le **toucher** désigne en psychologie l'**un des cinq sens extéroceptifs** décrits classiquement chez l'être humain, avec la vue, l'ouïe, l'odorat et le goût. **Il constitue l'ensemble des sensibilités cutanées, musculaires et articulaires qui permettent la détection passive ou l'exploration active par la surface du corps des caractéristiques de forme, de taille, de texture, de température, de position et de mouvement des objets. C'est cette acception que nous retiendrons.**

Le mot **tact** peut se définir par :

- i. **toucher ; sens du toucher** permettant d'apprécier les divers **stimuli mécaniques** qui s'exercent sur la peau et les muqueuses.

- ii. **intuition** de quelque chose ; **appréciation** intuitive, spontanée et délicate, de ce qu'il convient de dire, de faire ou d'éviter dans les **relations humaines**.

Il est souvent considéré comme **synonyme de toucher**. Pourtant, d'après sa première définition, et comme il est admis en psychophysiologie, **le tact ne représente qu'un aspect du sens du toucher : celui du contact à proprement parler, de l'appréhension des pressions d'ordre mécanique**.

Tactile renvoie à :

- i. ce qui est **perçu par le toucher**.
- ii. ce qui **concerne le tact**, ou plus généralement **le toucher** (perceptions tactiles).

Cet adjectif, dans l'expression « perceptions (ou sensations) tactiles », retrouve souvent toute l'étendue de ce qui est couvert par le **toucher en général**. **Quand nous emploierons l'adjectif tactile, nous ferons référence à toutes les composantes du toucher. Nous utiliserons le terme cutané pour signifier que nous ne prenons pas en compte la dimension active du toucher.**

1-4. Déplacement, cheminement, itinéraire

De manière générique, le terme **déplacement** peut référer à l'action ou au résultat de cette action. Il désigne ainsi :

- i. le mouvement qui fait passer un **objet d'une place à une autre, d'un lieu à un autre**.
- ii. l'**action de déplacer quelqu'un**, de faire vivre ailleurs (un groupe humain).
- iii. l'**action de se déplacer** (personnes), **d'aller d'un lieu à un autre**.

Cette définition reste plutôt vague, et ne souligne que l'existence des points de départ et d'arrivée, faisant abstraction de ce qui se passe pendant le déplacement. Nous allons la préciser en recherchant du côté de ses synonymes les plus couramment rencontrés : mouvement ; changement ; locomotion ; cheminement ; mobilité. Ainsi, le **cheminement** renvoie à :

- i. l'**action de cheminer**, progression lente et régulière.
- ii. l'**itinéraire défilé emprunté** par une troupe.

Regardons ce que **cheminer** désigne :

- i. **suivre un chemin** souvent long, lentement et régulièrement.

ii. **suivre un certain itinéraire.**

Et enfin, l'**itinéraire** correspond au **chemin à suivre ou suivi pour aller d'un lieu à un autre**, avec pour synonyme les termes « parcours » et « trajet ».

Nous utiliserons alors indifféremment les termes **déplacement**, **cheminement** et **itinéraire**, dans l'idée de **se rendre d'un endroit à un autre, tout en prenant en compte le chemin suivi** pour effectuer cette action.

Après ces définitions lexicales, nous allons nous intéresser à l'évolution conceptuelle du toucher depuis l'âge d'or de la philosophie occidentale, le siècle des Lumières, jusqu'à aujourd'hui.

2. Statut du toucher au cours des derniers siècles

2-1. XVIII^e siècle

Nélia Dias⁴ nous apprend qu'à cette époque, le toucher occupe une place centrale dans la pensée des philosophes et des naturalistes. Les rapports étroits entre la vue et le toucher, et la conception selon laquelle la vue est une sorte de toucher lointain, sont des thèmes récurrents dans la pensée philosophique du XVIII^e siècle. Diderot lui-même considère le toucher comme le premier de tous les organes des sens et la vue comme une simple variété du toucher, tout comme d'autres philosophes de son époque (Buffon, Condillac,...). Dans l'histoire de la psychologie, l'étude du toucher (dans sa forme passive) remonte également à cette période, avec les travaux de Weber. Celui-ci s'est intéressé au système nerveux cutané de l'être humain, notamment à la mesure de la sensibilité tactile. Il est même à l'origine d'un outil de mesure de cette sensibilité : le compas de Weber.

2-2. XIX^e siècle

Toujours d'après Nélia Dias (2004), le toucher est dissocié de la vue au cours de la première moitié du XIX^e siècle. Ce processus s'inscrit dans le mouvement de « séparation des sens », entraînant la mise en place de nouvelles configurations sensorielles, telles que

⁴ Dias, N. (2004). *La mesure des sens*. Paris : Aubier, 357 p.

l'association entre la vue et l'ouïe, et par conséquent le déclin du toucher. Ainsi, elle rapporte que, dans les années 1830, le médecin Pierre Nicolas Gerdy critique l'importance accordée au toucher chez des auteurs tels que Buffon, et prône « la supériorité de la vision sur les autres sensations »⁵. Selon lui, la vue l'emporte sur le toucher « par le nombre, la certitude des idées qu'elle fournit à l'intelligence, et la rapidité avec laquelle elle en recueille les matériaux ». Il s'ensuit l'existence de trois sens spéciaux ou « supérieurs » : l'ouïe, la vue et l'odorat, le toucher et le goût étant implicitement des sens inférieurs.

Suite aux travaux de Broca (chirurgien et anthropologiste français) sur la topographie cérébrale et les troubles du langage au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle, la hiérarchie sensorielle est à nouveau modifiée, et le sens du toucher est réinvesti par les scientifiques (physiologistes, psychologues, médecins et anthropologues). Tous s'accordent sur la hiérarchie des sens établie par Broca : le sens le plus noble est alors la vision, et le plus primaire l'odorat ; il envisage le toucher comme « une sensation qui agit sur le sujet et qui en même temps fournit des informations sur les propriétés des objets ». Selon lui, ce sens met donc en jeu les registres de l'émotion et de la discrimination. Le philosophe-pédagogue Gabriel Compayré déclare, lui, que « les perceptions du toucher [...] complètent la connaissance des objets du monde extérieur » ; ce sens joue ainsi un rôle non négligeable dans le processus d'acquisition des connaissances, étant de ce fait associé à la démarche scientifique. D'après Claude Bernard (physiologiste français), qui a défini les principes fondamentaux de la recherche scientifique, l'expérimentateur doit « pouvoir toucher le corps sur lequel il veut agir, soit en le détruisant, soit en le modifiant, afin de connaître ainsi le rôle qu'il remplit dans les phénomènes de la nature ».

Fin XIX^e, des auteurs tels que Letourneau et Royer considèrent que, le toucher étant l'un des premiers organes des sens à se développer, les autres sens ne sont que des prolongements de celui-ci, des formes spéciales de cette dimension sensorielle. Cette caractéristique contribue à en faire, selon Letourneau, « le plus simple de tous les sens, le moins différencié ». Pour Royer, le toucher est « de tous nos sens le plus général et le moins localisé ». Le toucher se trouve donc à nouveau dévalorisé par rapport aux autres modalités sensorielles.

⁵ Toutes les citations contenues dans la partie 2-2 sont tirées des pages 58 à 61 de l'ouvrage de Nélia Dias : voir note précédente.

2-3. XX^e-XXI^e siècles

Selon Yvette Hatwell⁶, le toucher trouve un regain d'intérêt au cours du siècle précédent, d'abord dans le domaine de la physiologie, et dans ceux de la psychologie cognitive et de la neuropsychologie. A la suite des travaux de J. J. Gibson et de E. J. Gibson dans les années 1960, les recherches se centrent principalement sur les aspects communs à toutes les modalités perceptives, et plus particulièrement ceux communs à la vision et au toucher. A partir des années 1980, les études insistent davantage sur le caractère spécifique de chacune des modalités perceptives, notamment grâce aux progrès des techniques d'imagerie cérébrale.

Les connaissances sur le toucher, son fonctionnement et son rôle, ont été ainsi enrichies par plusieurs années de recherche. En effet, le toucher et les autres sens ont été étudiés chacun dans leur particularité. Depuis peu, certains travaux s'intéressent non plus à leurs similitudes ou à leurs différences, mais à la façon dont les différentes perceptions sensorielles sont intégrées et combinées⁷. Nous discuterons ce point plus tard. Grâce à cette nouvelle démarche, les considérations hiérarchiques au niveau des sens tendent à disparaître. L'opposition classique entre sens de contact et sens à distance est devenue obsolète, suite aux travaux de Bach-y-Rita sur le système SSVT. Et la dichotomie perception simultanée/perception séquentielle ou spatialité/temporalité est également remise en question : en cessant de confiner la vision dans la simultanéité et en lui donnant une dimension temporelle, la motricité d'exploration devient une condition nécessaire à la perception visuelle ; ceci est valable pour tous nos sens. Ainsi, le toucher est en grande partie séquentiel en raison du type et du nombre de mouvements d'exploration qu'il nécessite (caractère successif et appréhension morcelée des objets), mais c'est également une modalité spatiale parce qu'il ne se déroule pas de façon linéaire et dans un ordre imposé (le toucher peut revenir en arrière, explorer dans n'importe quelle direction, repasser plusieurs fois au même endroit). Mais les dissensions théoriques et philosophiques sur le toucher, et les sens en général, existent encore. Nous allons donc nous tourner vers les sciences expérimentales, et faire l'état des lieux des connaissances sur le toucher, dans les domaines de l'anatomo-physiologie et de la psychologie cognitive principalement.

⁶ Hatwell, Y. (2000). Introduction. In Hatwell, Y., Streri, A. et Gentaz, E. (2000). *Toucher pour connaître : psychologie cognitive de la perception tactile manuelle*. Paris : PUF, p. 1-17.

⁷ Streri, A. (2003). L'intermodalité. In Delorme, A. et Flückiger, M., *Perception et réalité : une introduction à la psychologie des perceptions*, Bruxelles : De Boeck Université, p. 197-221.

3. Aspects cognitifs du toucher⁸

Le toucher ne constitue pas une entité homogène, car ses récepteurs sensoriels présentent une grande dispersion et une grande diversité fonctionnelle. De plus, on peut distinguer deux formes de sensibilité tactile : la sensibilité tactile passive ou cutanée, et la sensibilité tactile active ou haptique (qui intègre la kinesthésie conjointement à la sensibilité cutanée). Dans le premier cas, le champ perceptif est très réduit car il a la taille exacte du stimulus. Dans le second, les mouvements permettent de compenser l'exiguïté du champ perceptif tactile et d'appréhender les objets dans leur intégralité. Les voies de traitement de ces deux types de toucher sont distinctes.

3-1. Composantes physiologiques

Nous allons ici détailler les caractéristiques physiologiques et fonctionnelles du toucher, en progressant depuis ce qui, dans notre corps, est le plus proche du milieu extérieur, pour aller vers les mécanismes les plus internes.

3-1-1. La peau

Pour Ashley Montagu (1979), l'information fournie par la peau est essentielle à l'adaptation au monde. C'est par le toucher que le nourrisson entre en contact avec le monde extérieur, en sentant la chaleur, l'étreinte et en recevant la nourriture. C'est aussi par le toucher, plus tard, que l'on arrive à juger pleinement de la qualité de certains aliments en appréciant leur fermeté et leur texture. Ce sens offre un accès aux caractéristiques des objets, notamment à travers des manipulations actives. De même que l'on peut distinguer, à

⁸ Les informations présentées ici constituent une synthèse des références suivantes : Hatwell, Y., Streri, A. et Gentaz, E. (2000). *Toucher pour connaître : psychologie cognitive de la perception tactile manuelle*. Paris : PUF, 332 p. ; Delorme, A. et Flückiger, M. (2003). *Perception et réalité : une introduction à la psychologie des perceptions*, Bruxelles : De Boeck Université, 516 p. ; Montagu, A. (1979). *La peau et le toucher : un premier langage*. Paris : Editions du Seuil, 219 p. ; Crunelle, M. (1987). *Exploration de la fonction tactile en architecture*. Thèse de doctorat, spécialité Sciences du comportement et de l'environnement : université Louis Pasteur (Strasbourg), 268 p. ; Josse, C. (2000). *La plastique du toucher : matières, corps, imaginaires*. Thèse de doctorat, spécialité Arts plastiques : université Rennes 2, 549 p. ; Kavounoudias, A. (1999). *Contrôle multimodal de la posture humaine : rôle des afférences proprioceptives musculaires et tactiles plantaires*. Thèse de doctorat, spécialité Neurosciences : université Aix-Marseille 1, 140 p. ; Streri, A. (1991). *Voir, atteindre, toucher : les relations entre la vision et le toucher chez le bébé*. Paris : PUF, 269 p.

l'intérieur de la vision, des perceptions de la forme, de la profondeur, de la couleur ou du mouvement, la perception du toucher comprend aussi un ensemble d'impressions comme la fermeté, la douceur et la forme d'un objet. Les organes sensibles du toucher sont répartis dans toute l'étendue de la peau, qui représente en moyenne chez l'adulte 18 % du poids total du corps, pour une surface de 18 000 cm².

Il faut se représenter la peau comme une immense surface réceptrice. Elle comporte trois couches : l'épiderme (partie externe, apparente), le derme (situé juste en dessous) et les tissus sous-cutanés (plus profonds). Une partie de cette surface externe est munie de poils, tandis que l'autre est glabre (non poilue). L'épaisseur de la peau varie selon les différentes parties du corps, la peau étant très mince au niveau du visage (0,5 mm) et plus épaisse à la plante des pieds (5 mm). Chaque région de la peau est innervée par les fibres nerveuses d'un segment spinal donné. On compte un nombre considérable de structures réceptrices : 17 000 récepteurs tactiles dans la main, par exemple.

3-1-2. Les récepteurs et les canaux

Implantés dans les tissus de la peau, les récepteurs cutanés somesthésiques sont les extrémités des ramifications sensibles d'une cellule nerveuse et se présentent sous différentes formes (Figure 1). Ceux qui ont été identifiés à ce jour peuvent être divisés en deux catégories : les terminaisons nerveuses libres et les récepteurs corpusculaires. Il semble y avoir une certaine relation entre la morphologie et la fonction de ces récepteurs, mais elle n'est ni absolue, ni rigide : les écrits ne présentent pas de consensus quant à cette relation⁹. Nous nous contenterons donc d'énumérer les différents récepteurs connus, avec les différentes sensations qui peuvent leur être attribuées d'après les diverses observations. Puis nous exposerons brièvement les différentes théories sur le fonctionnement de la sensibilité cutanée.

⁹ Voir les références de la note précédente.

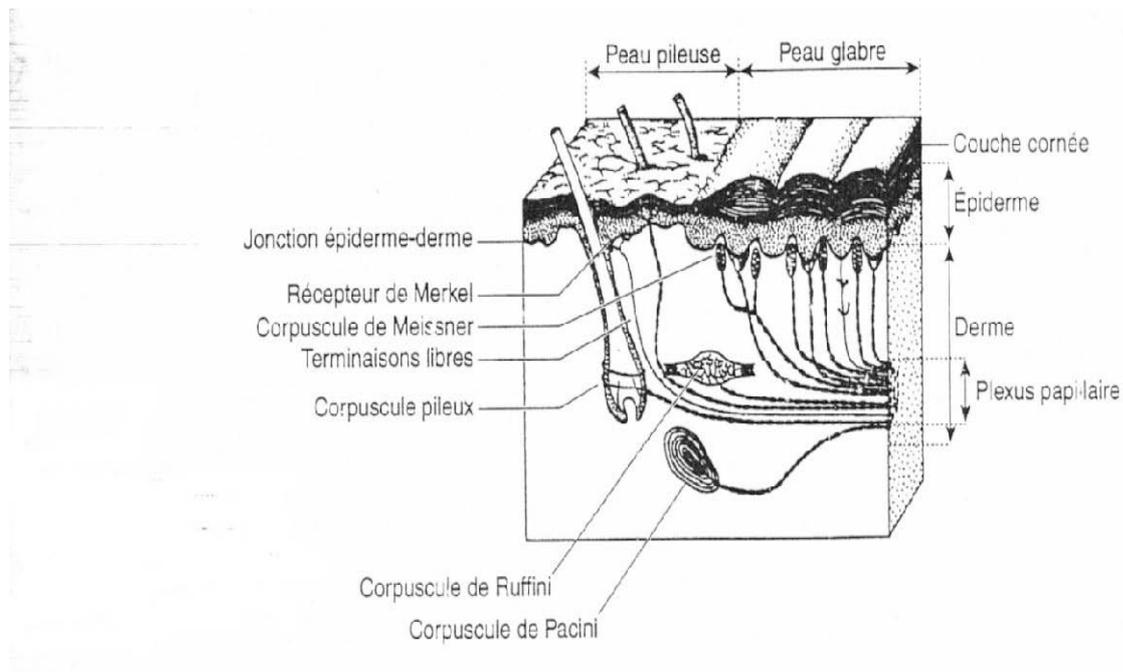
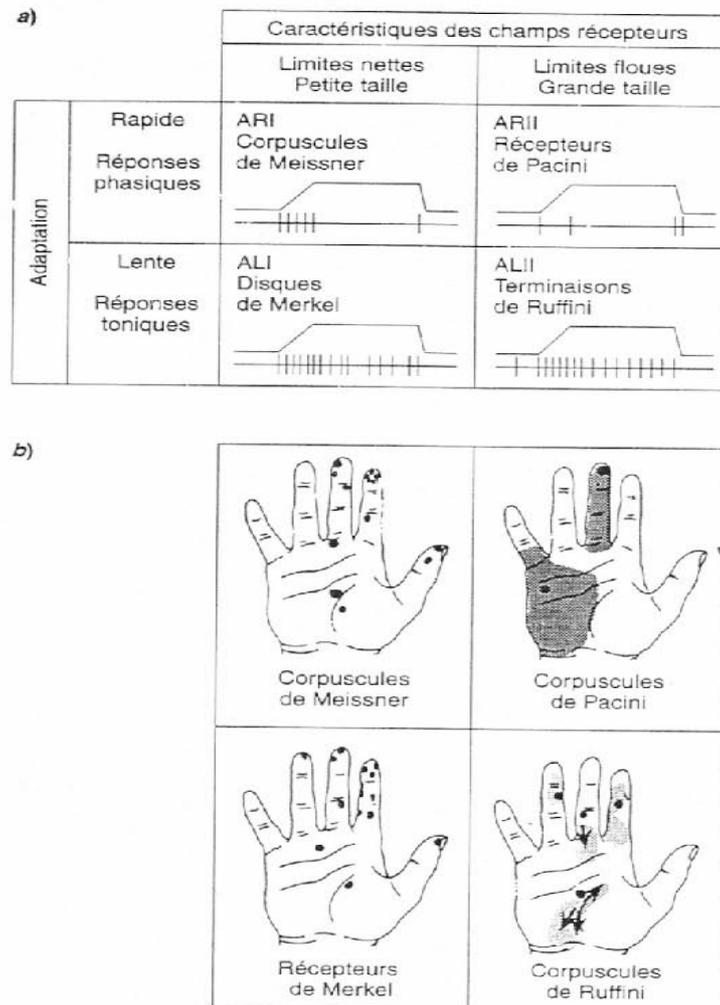


Figure 1 : Illustration des différents récepteurs de la peau et leur localisation.

Les terminaisons nerveuses libres forment des arborisations dans la couche épidermique ; en raison de cette structure et de cette localisation, elles sont particulièrement sensibles aux stimulations douloureuses et thermiques. En revanche, lorsqu'elles sont situées à la base des poils, elles s'associent pour constituer des dispositifs mécanorécepteurs très sensibles à tout déplacement. De plus, certaines terminaisons nerveuses libres semblent s'épaissir pour former les disques de Merkel.

Les récepteurs corpusculaires, de par leur structure, semblent particulièrement sensibles aux déformations de la peau qui, à leur tour, excitent les axones des neurones sensibles. Ces récepteurs comprennent les corpuscules de Meissner (au niveau des couches superficielles du derme), de Golgi-Mazzoni, de Krause, de Ruffini et de Pacini (dans la partie inférieure du derme). Ils peuvent être classés en fonction des caractéristiques de leurs champs récepteurs, réduits/délimités ou larges/flous ; mais ils peuvent aussi être distingués selon leurs propriétés d'adaptation, rapide/phasique ou lente/tonique (Figure 2). A l'expérimentation, il apparaît que tous ces récepteurs sont sensibles au changement de pression. Il n'est donc plus possible d'associer la sensibilité thermique à un type de corpuscule (comme le froid au corpuscule de Krause et le chaud à celui de Ruffini). Cependant, on remarque que les fibres nerveuses chargées de transporter ces informations thermiques, aboutissent toutes à proximité des cellules épidermiques basales et des zones pileuses. Par ailleurs, les corpuscules évoluent dans leur forme, leur nombre et leur répartition en fonction de l'âge, de la région cutanée et du

milieu extérieur (ainsi, les corpuscules de Meissner liés à la sensibilité fine, se raréfient lorsque la peau subit des pressions fortes et répétées).



Récepteurs de la peau en fonction de leur type d'adaptation, rapide (AR) ou lente (AL), et de la taille de leur champ récepteur, petit (I) ou grand (II). Une adaptation rapide signifie un arrêt rapide du potentiel d'action (la série de petites lignes verticales en a) après la stimulation. En b), on note que les champs récepteurs des corpuscules de Pacini et des corpuscules de Ruffini sont de grande taille et ont des limites floues, contrairement aux corpuscules de Meissner et aux disques de Merkel.

Figure 2 : Récepteurs de la peau en fonction de leur type d'adaptation et de la taille de leur champ récepteur.

Pour expliquer le lien entre les récepteurs et leurs fonctions, la théorie des énergies nerveuses spécifiques affirme que la spécificité des sensations cutanées résulte de la spécificité des nerfs, quelle que soit la nature du stimulus ; cette notion a même parfois été étendue aux différentes sensations prenant naissance dans la peau, suggérant ainsi que des terminaisons nerveuses spécifiques étaient à l'origine d'expériences sensorielles distinctes. La théorie des patterns s'oppose à la précédente en rejetant l'idée qu'un récepteur cutané puisse

répondre exclusivement à une forme d'énergie spécifique ; elle affirme que le type de sensation dépend du type d'activité dans une fibre nerveuse, c'est-à-dire que les différentes sensations cutanées résultent d'un pattern spatial et temporel d'influx nerveux provenant de l'activation de récepteurs non spécifiques. Enfin, des théories éclectiques, incorporant des éléments des deux autres, proposent que les récepteurs soient spécialisés dans la transformation de certaines énergies en patterns d'influx nerveux, et rejettent l'idée de voies spécifiques de transition de l'information nerveuse pour chaque modalité sensorielle cutanée ; ainsi, quand un stimulus excite différents récepteurs cutanés, il engendre divers patterns d'activité électrique dans chaque récepteur, et c'est la combinaison spatio-temporelle de ces décharges qui détermine la nature et l'intensité de la sensation.

En définitive, notre corps est muni de structures nous permettant d'être informés de l'état statique et des changements dynamiques de la peau, même si le lien entre ces structures et les sensations qu'elles suscitent n'est pas clairement établi. L'être humain peut ainsi appréhender par le toucher des caractéristiques liées à l'espace (forme, taille,...) et d'autres liées à la temporalité (vibration, rythme,...). Voyons maintenant quelles sont les différentes modalités de la sensibilité cutanée.

3-1-3. Les modalités de la sensibilité cutanée

La sensibilité mécanique

La sensibilité mécanique désigne l'ensemble des sensations produites par une déformation mécanique de la peau. Le caractère spatial des informations cutanées d'origine mécanique est fondé sur la somatotopie, c'est-à-dire la distribution topographique de ces informations sur le cortex cérébral en fonction de leur origine. Leur précision est liée à l'importance de l'aire corticale de projection, et celle-ci dépend de la richesse d'innervation cutanée des champs récepteurs présents dans la région considérée ; ainsi, des zones très innervées comme la langue, les lèvres ou les doigts, sont sur-représentées au niveau du cortex. Cette précision détermine l'acuité tactile¹⁰ d'un individu.

L'acuité tactile désigne la capacité de discerner la présence de deux points de pression sur la peau. Si ces deux points sont trop rapprochés, ils ne sont perçus que comme une seule stimulation. Plus la distance minimale (ou seuil) requise pour distinguer les deux points est

¹⁰ L'expression « acuité tactile » doit être interprétée comme « acuité aux déformations mécaniques ».

petite, plus grande est l'acuité tactile ; elle varie selon la nature de la surface stimulée et en fonction de l'âge.

Les sensibilités thermiques (sensibilité au chaud et sensibilité au froid)

La peau permet au corps d'exercer une régulation thermique adaptée aux exigences de l'environnement, en retenant ou en favorisant l'élimination de la chaleur. Elle procure aussi des sensations thermiques reliées aux stimuli qui entrent en contact avec elle.

L'impression de chaud ou de froid peut être localisée et relève d'un phénomène d'adaptation : la modification du zéro physiologique. Ce dernier se définit comme un état de complète adaptation thermique du corps à son environnement ; l'adaptation étant réalisée, il faut de nouvelles variations de température pour ressentir le chaud ou le froid. Ce n'est donc pas la température elle-même, mais ses variations qui créent les sensations de chaud ou de froid sur la peau. Deux facteurs essentiels déterminent le zéro physiologique : la région cutanée concernée et la vitesse de variation de la température. Par ailleurs, la sensibilité aux variations thermiques obéit à un principe de sommation spatiale : plus grande est la surface cutanée exposée aux changements, plus grande est la sensibilité (si on double la surface exposée, on réduit de moitié le changement de température requis pour la détection).

La sensibilité à la douleur (nociception)

La douleur est une fonction vitale pour l'individu : elle constitue un système d'alarme qui commande une réponse afin qu'un état pathologique soit rapidement enrayé ou ne soit pas aggravé. On peut noter deux caractéristiques de la douleur : d'une part un grand nombre de stimulations douloureuses sont pratiquement intolérables (l'intensité de la stimulation est telle qu'elle pourrait endommager les tissus cutanés concernés), d'autre part on ne s'y adapte pas facilement. Cette faible adaptabilité à la douleur ne doit pas être interprétée comme une faiblesse dans le fonctionnement de l'organisme, elle est au contraire souhaitable afin que la douleur remplisse son rôle d'avertisseur.

Il faut noter qu'il existe également des récepteurs profonds à la douleur, situés dans les tissus sous-cutanés ; la sensibilité à la douleur n'est donc pas uniquement une modalité de la sensibilité cutanée.

3-1-4. La kinesthésie

La kinesthésie désigne les différentes sensations internes que procurent les mouvements des membres ou les segments corporels (du grec *kinêsis*, pour mouvement, et *aisthêsis*, pour sensation). On emploie aussi parfois les termes « proprioception » ou « sens de l'équilibre ».

Les structures réceptrices affectées à la kinesthésie sont disséminées dans le corps : on en trouve dans l'oreille interne (appareil vestibulaire), les muscles, les tendons et les articulations. L'appareil vestibulaire permet à notre corps de connaître son orientation dans l'espace. Les récepteurs musculaires (fuseaux neuromusculaires) fournissent des informations sur l'étirement des muscles ou sur la vitesse de cet étirement, alors que les récepteurs tendineux (appareils tendineux de Golgi) informent sur le niveau de tension du muscle, c'est-à-dire le niveau de force développé et ses variations dans le temps (Figure 3). Le rôle des récepteurs articulaires est, quant à lui, encore en discussion. Ces différents types de récepteurs peuvent également être distingués selon leur vitesse d'adaptation.

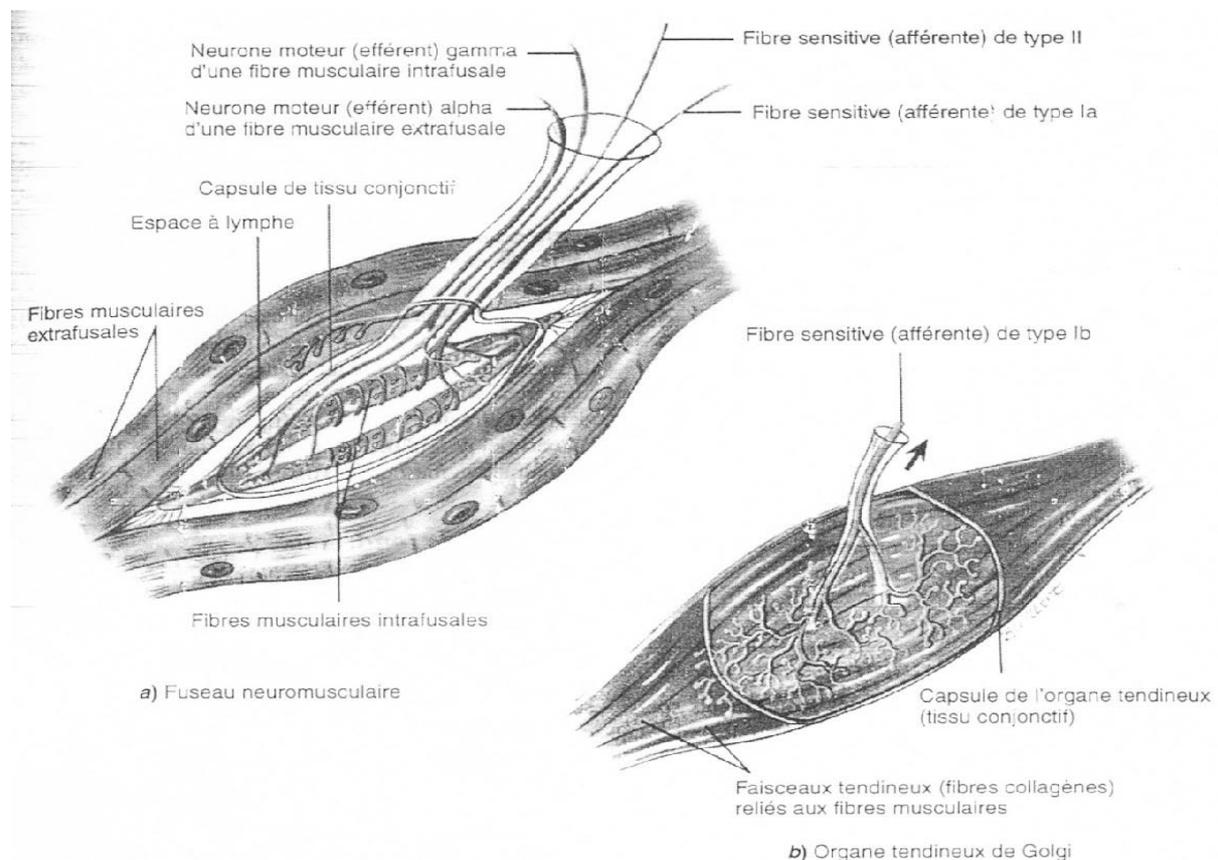


Illustration d'un fuseau neuromusculaire et d'un organe neurotendineux.

Figure 3 : Illustration d'un fuseau neuromusculaire et d'un organe neurotendineux.

Toutefois, il est important de préciser que les informations provenant des déformations des muscles servent rarement à donner naissance à des perceptions concernant les muscles eux-mêmes, mais génèrent plutôt des perceptions de position ou de mouvement concernant les segments de membre stabilisés ou mobilisés par ces derniers. Ainsi, lorsqu'un mouvement est effectué, certains muscles actifs auraient une fonction motrice (muscles agonistes) et d'autres, une fonction sensorielle (muscles antagonistes). Cela nous amène à préciser plus avant les caractéristiques du toucher actif.

3-2. Le toucher en action : la perception haptique

La perception haptique est constituée par la combinaison des perceptions cutanée et kinesthésique : aux déformations mécaniques de la couche superficielle de la peau, s'ajoutent les autres sous-systèmes sensoriels qui entrent en jeu dans les mouvements des membres (les muscles, les articulations et les tendons), pour agir de manière conjointe.

3-2-1. Le système bras-mains

Hatwell (2000) considère que, chez l'adulte, le système bras-mains constitue au plan cognitif le vrai système perceptif haptique. Le terme haptique désigne donc pour elle la perception d'objets tridimensionnels par le toucher manuel. Le toucher actif permet non seulement d'améliorer la capacité de détection cutanée, mais il permet aussi d'identifier différentes formes beaucoup plus rapidement que le toucher passif. Cette identification tactile peut être par ailleurs améliorée si les deux mains sont mises à contribution, plutôt qu'une seule. La perception haptique est caractérisée par le fait qu'il n'y a pas que les récepteurs cutanés qui participent à la détection ou à l'identification d'un objet. Elle fait aussi intervenir les récepteurs kinesthésiques, ceux qui sont propres aux impressions laissées par le mouvement. Ces mêmes impressions contribuent à orienter les mouvements suivants. La sensibilité somesthésique étant appelée à travailler de concert avec les mouvements, il n'est pas surprenant de constater que les aires corticales motrice et somesthésique sont très rapprochées l'une de l'autre (Figure 4).

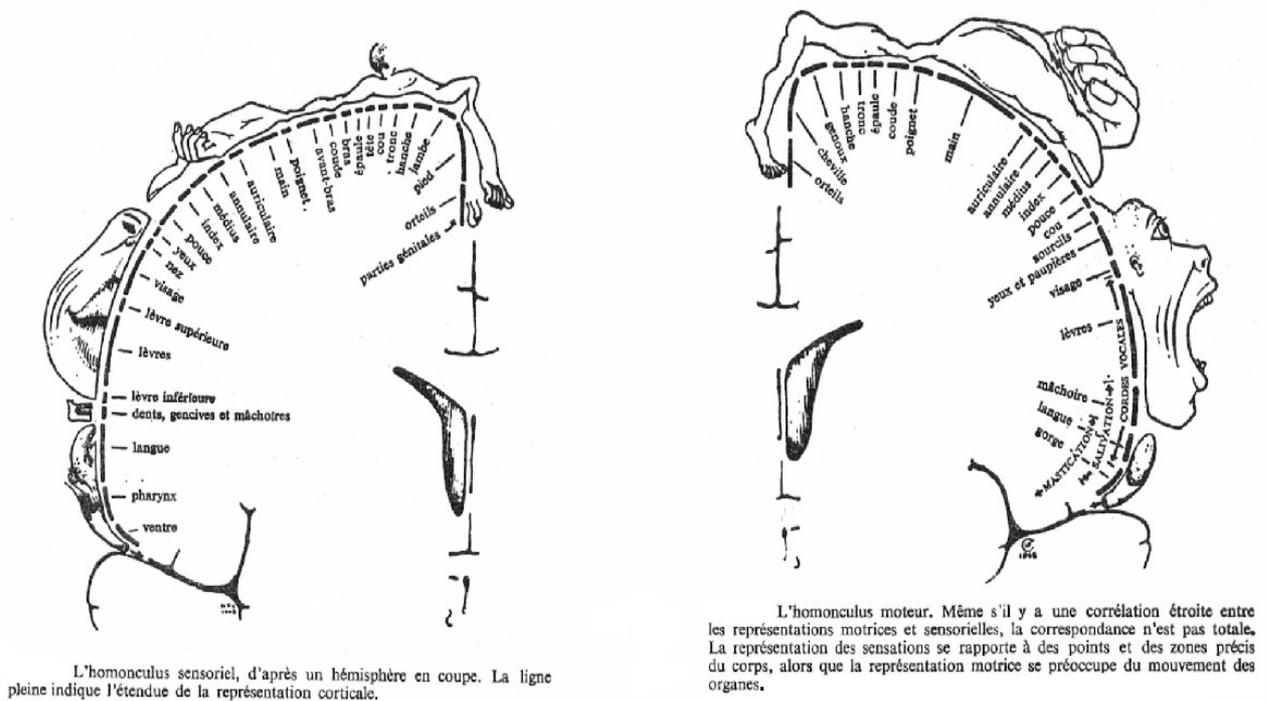


Figure 4 : Homonculus sensoriel (à gauche) et homonculus moteur (à droite).

Les travaux menés par Lederman et Klatzky à partir de 1987¹¹ ont permis d'identifier, chez des adultes qui devaient classer des objets en fonction d'un critère donné, des procédures exploratoires : ce sont des ensembles spécifiques de mouvements des mains se caractérisant par la quantité d'information qu'ils apportent, et donc par l'éventail des propriétés auxquelles ils sont adaptés. Ces procédures, certaines spécialisées, d'autres plus générales, sont au nombre de huit : le frottement latéral (identification de la texture), le soulèvement (poids), la pression (dureté du matériau), le contact statique (température ; approximativement pour la forme, la taille, la texture et la dureté), l'enveloppement (mêmes propriétés que pour le contact statique), le suivi des contours (connaissance précise de la forme et de la taille, plus floue pour la texture et la dureté), le test de fonction (fonction de l'objet) et le test de mouvement partiel (partie(s) mobile(s) de l'objet). Ces chercheurs ont également observé que la stratégie d'exploration se fait en deux temps : d'abord sont produites des procédures non spécialisées pour obtenir des informations peu précises sur plusieurs propriétés et une connaissance globale de l'ensemble, puis des procédures spécifiques pour affiner les informations pour chacune des propriétés de l'objet. Par exemple, pour la forme, les adultes commencent par l'enveloppement, puis passent au suivi des contours.

¹¹ Ces études ont été rapportées dans les textes suivants : Streri, A. (1991). *Voir, atteindre, toucher : les relations entre la vision et le toucher chez le bébé*. Paris : PUF, 269 p. ; Hatwell, Y., Streri, A. et Gentaz, E. (2000). *Toucher pour connaître : psychologie cognitive de la perception tactile manuelle*. Paris : PUF, 332 p.

Se basant sur ces procédures exploratoires, de nombreuses recherches montrent que l'identification par la modalité haptique manuelle est rapide et précise : cette modalité est donc un outil perceptif puissant et efficace. De plus, le processus de reconnaissance haptique a quelques points communs avec la reconnaissance visuelle, mais s'en sépare sur d'autres. Les éléments communs à ces modalités sensorielles sont la décomposition de l'objet en ses traits et la comparaison en mémoire, de même que la contribution des traitements descendants (attentes produites par le contexte ou l'expérience antérieure) aussi bien qu'ascendants (informations perceptives pour élaborer une représentation mentale). Cependant, les reconnaissances haptique et visuelle d'objets divergent quand on considère la nature des propriétés traitées. Klatzky et Lederman distinguent des propriétés spatiales ou géométriques (forme, orientation, taille, et localisation), des propriétés matérielles (température apparente, densité, et texture : rugosité, dureté et élasticité)¹² et des propriétés fonctionnelles (fonction de tout ou partie de l'objet). Or, le système haptique fait bien plus appel aux propriétés matérielles, ce qui reflète la plus grande accessibilité de ces propriétés à la perception haptique. La contribution du matériau est sans doute limitée par le fait que la forme est l'attribut principal qui définit les catégories d'objets quotidiens. Mais la représentation des objets en mémoire contient assez d'information sur le matériau pour que la reconnaissance haptique des objets soit fiable et rapide. A présent, nous allons porter notre attention à la perception tactile par les pieds, car ceux-ci constituent le support fondamental et tangible de nos déplacements.

3-2-2. La perception podo-tactile des sols

En neuropsychologie, les études sur la perception tactile plantaire ne se sont intéressées jusque-là qu'à son rôle dans le contrôle de la posture et de l'équilibre. Ainsi, l'étude de Anne Kavounoudias (1999) nous apprend que les afférences tactiles provenant des principales zones d'appui du pied participent d'une manière fine et organisée à la régulation de la posture érigée. Les mécanorécepteurs cutanés étant sensibles aux étirements de la peau ou aux balayages tactiles superficiels appliqués au niveau de leurs champs récepteurs, ils peuvent rendre compte de la direction et de la vitesse d'un déplacement corporel en codant les forces de cisaillement et de frottement qui s'exercent sous la surface des pieds. Il faut noter que ces récepteurs de la sole plantaire sont préférentiellement sollicités lorsque le corps est en

¹² Le poids n'est pas mentionné, car c'est une propriété hybride reflétant la densité et la taille.

position debout. Selon elle, la sole plantaire peut ainsi être assimilée à une carte dynamométrique composée de capteurs codant à chaque instant la répartition spatiale et l'intensité des pressions entre les différents points d'appui du pied au sol (Figure 5). En traitant parallèlement et en intégrant les informations multiples issues des diverses zones cutanées plantaires, le système nerveux central peut déduire de la distribution spatiale des pressions sous la surface podale (d'un pied par rapport à l'autre, d'une part, et entre les zones antérieure et postérieure de chacun d'eux, d'autre part) un indice de position corporelle ; celui-ci indique la direction et l'amplitude de l'inclinaison du corps. C'est à partir de toutes ces données que seraient organisées les réactions posturales d'un individu destinées à maintenir son équilibre. Nous pouvons donc affirmer, au même titre que les mains, que la perception podo-tactile peut être active, et même de manière permanente et soutenue dès lors que l'on est en station debout.

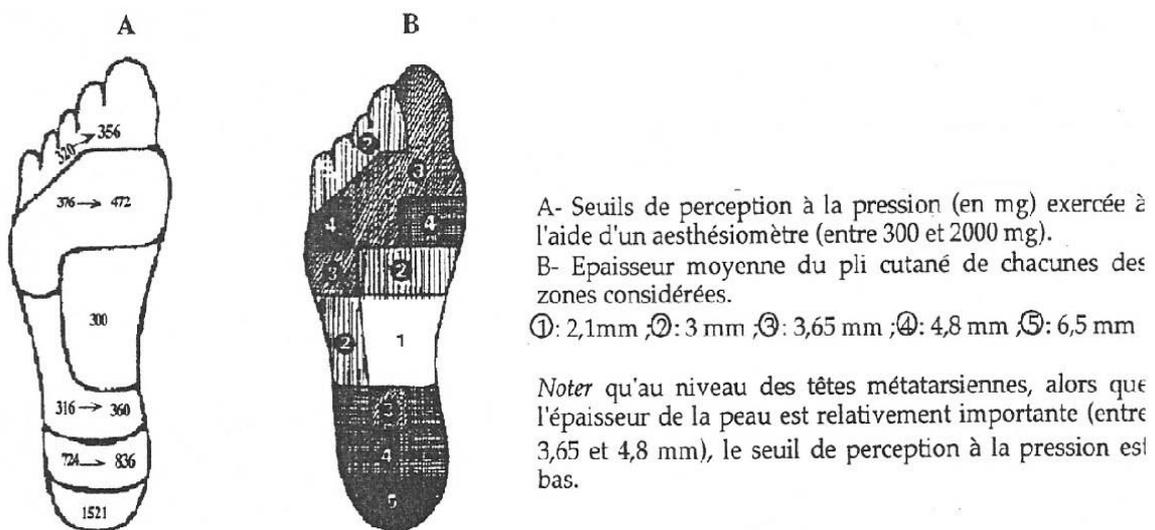


Figure 5 : Cartographie de la sensibilité tactile à la pression de la sole plantaire (découpée en 23 aires).

Cependant, les perceptions tactiles recueillies par les pieds sont en général moins présentes à l'esprit que celles provenant du toucher manuel, comme le signale Marc Crunelle (1987). En effet, elles sont employées à garantir l'équilibre du corps et le bon déroulement du cheminement. Bien qu'il y ait action motrice des membres inférieurs, la perception podo-tactile est souvent asservie à l'action du sujet elle-même, à sa mobilité ou son immobilité ; elle vise rarement l'identification des objets à proprement parler. Elle permet à minima l'appréhension des matériaux au sol. Ainsi, ce même auteur déclare que « les pieds constituent notre contact minimum avec le sol. [...] Dans un espace, la perception tactile du

sol que nous donnent les pieds varie selon que l'on soit pieds-nus ou chaussés. Dans le premier cas, le contact direct saisit tous les reliefs, les aspérités, les textures. Chaussés, il y a d'une part le masquage de la texture des surfaces en fonction de la nature et de l'épaisseur de la semelle, et d'autre part il y a intégration élastique plus ou moins importante et amplification des micro-reliefs grâce à une fonction de lissage. Ces deux modes de perception tactile donnent de ce fait des images différentes d'un même sol » (Crunelle, 1987 : p. 55). L'adhérence peut également en être modifiée. Un autre aspect intéressant est que le sol est appréhendé de manière ponctuelle, qu'un élément ou une matière s'interpose ou non entre le pied et la surface où nous marchons, c'est-à-dire que nous le percevons par touches (environ 10 à 15 touches pour 10 m de marche). Une trajectoire résulte ainsi de l'intégration d'un échantillonnage généralement régulier de la surface de support, à l'aide de quelques dizaines de points de contact réalisés par les pieds. Nous constatons alors que la perception podotactile permet l'identification des matériaux du sol. De plus, le cheminement des pieds nous révèle le continu d'un espace : il nous permet de relier entre eux différents lieux, plusieurs étages d'une maison par exemple, de les connecter pour en faire un tout signifiant. Ce sont là des preuves que le toucher des pieds permet une perception tridimensionnelle, à petite échelle (surface) ou à grande échelle (volume). Après avoir inspecté le toucher dans sa dimension cognitive, nous allons à présent nous pencher sur son rôle dans la vie affective et sociale des individus.

4. Aspects socio-affectifs du toucher

4-1. La conscience de soi, la conscience de l'autre

Selon Hervé Péchot¹³, le toucher est le sens premier : on peut évoluer sans voir ni entendre, mais on ne peut vivre sans toucher et être touché. L'être humain a besoin de l'autre pour prendre conscience de lui-même : « le toucher de la peau donne la conscience de la matière du corps et la conscience de la relation, et le corps ne peut se développer sans lui » (Péchot, 2004 : p. 16). Ce sens conduit donc l'individu vers la communication avec l'extérieur, vers la relation aux autres et la réalité de son environnement. L'auteur précise en outre que des recherches ont apporté la preuve du lien entre le toucher et l'affectivité : un

¹³ Péchot, H. (2004) Le toucher, c'est la vie. *BioContact*, juillet-août, n° 138, p. 16-19.

réseau de fibres nerveuses, indépendant du système majeur, active directement la partie émotionnelle du cerveau. De plus, il ne profite pas seulement à celui qui est touché, mais aussi à celui qui touche. Péchot signale également que, selon certaines études, les femmes dépressives qui donnent du toucher à leur enfant voient leur état s'améliorer et tissent une meilleure relation avec lui. Le sens tactile a donc un impact sur le développement émotionnel.

4-2. Les influences culturelles du toucher

Les différences de classes sociales et de cultures sont larges dans les us et coutumes concernant le comportement tactile. Montagu (1979) déclare d'ailleurs que « les différences sociales d'expériences sensorielles se traduisent sur le développement de la personnalité, et dans une certaine mesure sur le tempérament national » (Montagu, 1979 : p. 165). Ainsi, les expériences quotidiennes de la vie des bébés et des enfants sont plus ou moins conditionnées par un environnement socio-culturel commun. Néanmoins, il subsiste des différences au sein d'une même famille, et certains individus peuvent adopter des modes de comportement qui s'écartent considérablement de la norme, ce qui peut avoir des conséquences néfastes pour eux. Le toucher étant un sens de contact, il est négligé et même considéré comme tabou par la civilisation occidentale : il est culturellement lié au plaisir et au dégoût, tout comme le goût et l'odorat. D'après cet auteur, « les tabous sur la tactilité viennent de la peur du plaisir charnel, étroitement associée à la tradition chrétienne dans toutes ses variantes. L'une des grandes réalisations négatives du christianisme a été de transformer en péché les plaisirs de la tactilité » (Montagu, 1979 : p. 178).

Pourtant, les perceptions tactiles permettent à un enfant d'acquérir les notions fondamentales de son apprentissage : son développement est en grande partie déterminé par la qualité de la communication tactile, dont dépendent les réponses émotionnelles et psychomotrices que l'enfant apprend : « ces premières réponses émotionnelles constituent la partie fixe et indélébile de la personnalité de l'enfant sur laquelle il établira par la suite beaucoup de réponses secondaires apprises » (Montagu, 1979 : p. 169). Il cite en exemple les Anglais des classes moyennes et supérieures, qui avaient l'habitude d'envoyer leurs enfants en internat il y a encore quelques années pour les confronter très jeunes aux institutions, hors de l'ambiance familiale. Le manque d'amour parental issu de cette tradition, et surtout d'amour sous forme de stimulation tactile, constitue pour l'auteur l'une des causes de la froideur apparente et du caractère flegmatique des Anglais des classes supérieures et souvent

aussi des classes moyennes. Il décline ainsi toute une gamme de différences nationales et culturelles dans la tactilité, depuis l'absence totale de toucher comme dans la haute société anglaise, jusqu'à une expression presque complète de la tactilité chez les Latins, les Russes et dans les sociétés de tradition orale, en passant par des contacts plus ou moins limités. Les conclusions de ses propos sont bien sûr à nuancer, car rejoignant l'idée d'une personnalité nationale, d'un stéréotype auquel tout membre d'une nation ressemblerait ; or, les différences interindividuelles existent bel et bien. Néanmoins, sa réflexion ne manque pas de pertinence, puisqu'il établit un lien entre le toucher et l'affectivité, qui a été confirmé depuis par les recherches en neuropsychologie.

Il évoque également les différentes formes de salutation. La poignée de main est très évidemment une communication tactile ; de même que le fait de se joindre les mains, de se frotter le nez mutuellement, de s'étreindre ou encore de s'embrasser, les différentes façons de se saluer sont des expressions directes d'affection. Pour lui, ces salutations tactiles, pour marquer l'amitié ou l'affection, trouvent leur origine dans les toutes premières démonstrations d'affection tactile que l'enfant a reçues de sa mère et de son entourage : il y a ainsi corrélation entre les formes de salutation courantes et le modèle familial socio-affectif dans de nombreuses cultures. A l'inverse, les enfants qui n'ont pas bénéficié d'une affection tactile précoce seront souvent maladroits et frustrés dans leurs tentatives pour exprimer leur affection.

Montagu souligne donc l'importance du toucher dans le processus de socialisation ; ce sens ne doit pas être sous-estimé, car chaque perception tactile correspond à un message humain fondamental. Le toucher a un très grand pouvoir émotionnel du fait de notre implication tactile continue et totale, et ses perceptions acquièrent une signification associée aux situations dans lesquelles elles sont éprouvées. Cependant, ce sens ne s'exprime pas de la même manière selon que l'on est en espace intérieur ou extérieur.

4-3. Le sentiment de confort libère la communication tactile

Crunelle¹⁴ avance l'idée d'un budget énergétique général que chaque être doit gérer (en termes de ressources attentionnelles), et dont une part est consommée par l'attention

¹⁴ Crunelle, M. (1987). *Exploration de la fonction tactile en architecture*. Thèse de doctorat, spécialité Sciences du comportement et de l'environnement : université Louis Pasteur (Strasbourg), 268 p. ; Crunelle, M. (1996).

nécessaire à sa protection ou sa survie, en évitant les stimulations néfastes à l'organisme (chocs, coups, températures extrêmes,...). Cette part diminue alors en fonction des conditions de vie favorables qu'un individu (ou une collectivité) élabore autour de lui. C'est la raison pour laquelle nous portons des habits, et que nous construisons des lieux et des objets adaptés pour l'être humain. Selon lui, « c'est le sens même de la recherche du confort » (Crunelle, 1987 : p. 251). Ainsi, sur les sols extérieurs publics, la présence tactile est très forte et consomme beaucoup d'énergie. Le degré d'attention qu'il faut pour marcher sans incident ne nous met pas dans des conditions propices à la détente.

Par contre, l'aménagement des espaces intérieurs sollicite bien moins l'attention sur le plan tactile, et permet un autre comportement. Un logement tempéré, des sols réguliers sur lesquels on ne trébuche pas, des matières non agressives, etc., permettent de transférer cette part d'énergie vers d'autres activités, parfois physiques mais surtout intellectuelles, émotionnelles et communicationnelles. Une sensibilité tactile plus sensuelle est alors possible, par opposition à un toucher que l'on peut qualifier de primaire, très présent au dehors. Le corps étant au repos vis-à-vis des agressions, un sentiment de bien-être corporel s'installe. Il y a alors prise de conscience des matières et des matériaux qui nous entourent, autorisant l'individu à des comportements de contact et de dialogue. L'individu se sentant bien, il porte attention aux autres et communique davantage, les relations sont meilleures.

Cependant, il arrive exceptionnellement que le toucher puisse s'exprimer en toute liberté dans des espaces publics urbains : « lors de grandes manifestations populaires (fête nationale, mariage princier,...), on peut voir les gens escalader les réverbères, grimper sur les statues, se hisser sur les grilles afin de mieux voir, et pourtant ils ne sont pas sanctionnés. Ce qu'on se permet et que tout le monde trouve normal un jour de fête (parce que la ville leur appartient), ne l'est plus le reste de l'année » (Crunelle, 1987 : p. 253). La ville peut donc se pratiquer différemment un jour de grande rencontre, de manière beaucoup plus corporelle et tactile, ceci en raison de l'état de communion sociale et affective de la population lors de ces événements. La relation entre le toucher et l'affectivité n'est donc pas univoque. Le sentiment de bien-être face au milieu (matériel et/ou social) dans lequel on se trouve permet donc au toucher d'acquiescer alors un statut de sensualité, de plaisir retrouvé. Il ne s'agit en aucun cas d'une forme quelconque de sexualité, mais juste d'une expression corporelle naturelle, propice à l'installation de comportements nécessaires, voire vitaux, aux développements moteur, social, affectif, et donc psychique.

III – Objectifs de l'étude

1. Problématique

1-1. Démarche générale

Le projet d'une étude des déplacements piétonniers à travers leur dimension tactile s'inscrit dans la problématique des ambiances architecturales et urbaines, en prenant en compte l'idée d'une dualité des espaces publics urbains. En effet, ces derniers constituent d'une part une réalité physique faite de matériaux et de formes, d'autre part un espace de vie qui s'élabore pour l'individu au gré de son vécu, ses pratiques, ses déplacements et ses représentations. L'objet global de notre étude est donc de montrer comment l'environnement construit peut générer des ambiances tactiles, repérables par une perception ordinaire, celle du passant. Pour cela il est nécessaire de prendre en compte et de mettre à jour l'expérience architecturale, à la fois physique et sensible, des formes et des lieux qui constituent l'espace public urbain. Notre motivation pour réaliser cette recherche sur la dimension tactile du bâti provient du souci d'avoir une compréhension de l'espace qui ne se restreigne pas à la seule modalité visuelle, et par suite de réhabiliter le rôle et les spécificités des perceptions tactiles par rapport aux autres perceptions sensorielles. La modalité tactile ayant été longtemps négligée dans le cadre de la conception architecturale, nous voulons mettre en exergue son rôle dans la perception de l'espace au cours du processus de déplacement. Cette recherche se veut donc à caractère exploratoire, peu d'études ayant été menées jusqu'alors sur la participation du toucher à l'appréhension des espaces architecturaux. Les informations rapportées sur les caractéristiques physiologiques et fonctionnelles du toucher proviennent de la recherche expérimentale, il nous faut donc replacer la modalité tactile dans le cadre d'une perception réelle *in situ*. C'est pourquoi nous allons maintenant tenter de circonscrire la notion d'espace public urbain.

1-2. Les espaces publics urbains¹⁵

Les espaces publics sont, par essence, des espaces partageables. La notion de « public » se définit par opposition à la notion de « privé ». En particulier par l'opposition entre une gestion publique et une gestion privée pour permettre de différencier l'espace public de l'espace collectif. Ainsi, l'espace public peut se définir sur la base d'un statut juridique et de sa fréquentation publique. Dans cette recherche, nous entendons alors par espace public urbain : un lieu accessible à tout public et situé en ville. Par extension, c'est un lieu où les échanges sociaux et les échanges physiques sont possibles. Sa vocation peut être plus ou moins complexe, car il engage différents types d'activités et de pratiques selon sa nature. Lorsqu'il s'agit d'une rue ou d'une place, l'espace public urbain devient par exemple un lieu de circulation multimodale. Sa fonction d'échange physique est attachée à la desserte de la ville et de ses éléments bâtis ou non (quartiers, habitat, équipements, commerces et activités). Les occupations du sol et du bâti vont alors étendre ses fonctions d'échange qui seront d'ordre multiples : verbal, social, financier, commercial, culturel. Il constitue pour l'individu un espace de vulnérabilité, nécessitant l'actualisation de compétences socio-perceptives chez le citoyen ; celles-ci lui permettent de gérer ses déplacements en regard au cadre construit, et de réguler ses comportements en rapport aux autres individus.

Mais en se focalisant sur la contrainte des déplacements, la ville a déployé une approche fonctionnaliste des espaces publics urbains, négligeant le fait qu'il s'agissait de lieux pouvant être chargés de sens et porteurs de vie. Les rues ont été vouées à la circulation automobile au détriment du piéton. A cela s'est ajoutée une juxtaposition de mobiliers urbains implantés au coup par coup. Privé de sens, vécu comme une coupure, l'espace public urbain a longtemps été perçu comme un vide entre les pleins du bâti, et rempli au gré des besoins de la vie moderne, en l'absence de réflexion globale. Le socle de cet espace public est constitué par le sol urbain, défini comme la « partie superficielle de la croûte terrestre aménagée pour le séjour de l'homme » (CERTU, 2004 : p. 20). Lui aussi a souvent été appréhendé dans une démarche fonctionnaliste, technique et économique. Avant les années 1990, les trottoirs étaient majoritairement recouverts d'asphalte et de pavés autobloquants, et les chaussées

¹⁵ Cette notion a pu être définie grâce aux ouvrages suivants : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme (CERTU) (2001). *Voirie rapide urbaine et espace public : quelles liaisons ?* Lyon : CERTU, Collection Dossiers 115, 199 p. ; Communauté urbaine de Lyon (s.d.). *Le vocabulaire des espaces publics : les références du Grand Lyon*. Lyon : COURLY, 43 p. ; Muret, J-P., Fouchier, P. et Paoletti, M. (1977). *Espaces extérieurs urbains*. Paris : Centre de Recherche d'Urbanisme, 196 p. ; Centre d'études des transports urbains. Bagnex (1986). *La ville à pied*. Paris : MULT, 61 p. ; CERTU (2004). *Sols urbains : pour une approche sensible*. Lyon : CERTU, 205 p.

d'enrobés, uniformisant ainsi l'aspect des sols. Depuis, la réflexion s'est organisée, et les collectivités demandent de plus en plus souvent à des artistes de participer, au sein d'une équipe pluridisciplinaire (architectes, urbanistes, paysagistes,...), à leur conception. La démarche consiste à redonner du sens à l'espace public par le sensible, et au final à marier la fonction et l'esthétique. Cette réintroduction d'une esthétique dans le domaine public permet la prise en considération de l'ensemble des perceptions sensibles.

1-3. La dimension tactile du construit

A cet égard, Crunelle nous rappelle que « la perception de l'espace architectural restera pour l'être humain toujours à l'échelle de ses sens » (Crunelle, 1987 : p. 3). Les espaces construits sont presque toujours représentés visuellement, les informations fournies par nos autres sens étant rarement prises en considération. Le sens de la vue donne en effet beaucoup d'informations sur un espace et ses composants (dimensions, masses, couleurs, silhouettes, ouvertures, ombres, proportions, etc.). De ce fait, la représentation de l'expérience architecturale se restreint souvent à la dimension visuelle. Cependant, la modalité tactile peut y jouer un rôle majeur, si l'on considère la ville comme une œuvre d'art à pratiquer, comme l'a proposé Moles. La notion de mouvement corporel est intrinsèque au fait de parcourir un espace, et implicitement la notion de toucher : on marche, on monte, on descend, on tourne, etc. L'expérience de l'architecture est multisensorielle, et la réduction de cette multitude d'impressions à des représentations d'ordre strictement visuel la prive d'une grande partie de ses constituants. L'image tactile d'un espace n'est jamais prise en compte, comme si seuls les aspects formels importaient et que le plaisir procuré par ce sens était négligeable. Le toucher est pourtant le seul sens dont on ne peut pas ignorer les perceptions, même temporairement : on peut en effet se boucher les oreilles, ne pas respirer et fermer les yeux, nous touchons toujours quelque chose, en raison des lois de la gravitation (à moins de nous plonger tout entier et au repos dans un liquide à 36°). Nous considérons, comme Crunelle, que le toucher est la preuve évidente que nous sommes physiquement présents dans un lieu.

Ainsi, en se basant sur une lecture tactile affinée des sols de différentes habitations, il constate que « le cheminement des pieds est à la base de toute promenade architecturale et c'est lui qui a de tout temps articulé les compositions monumentales » (Crunelle, 1987 : p. 4). Il démontre l'existence d'un ordre d'agencement spécifique de ces sols, que ce soit en Europe,

en Afrique du Nord ou au Japon : les matériaux s'adoucissent au fur et à mesure qu'on s'approche du cœur du logis (la pièce considérée comme centrale dans l'habitation). Les différentes matières au sol suivent une gradation, délimitant des espaces tactiles de plus en plus doux jusqu'au centre de l'habitation. Normalement, cette gradation perçue par les pieds suit le trajet qui va de l'extérieur vers l'intérieur : du froid au chaud, du désordre à l'ordre, du brut au travaillé. Il fait également remarquer que les sons suivent ce schéma de conception : ils sont aigus et crus sur les surfaces dures de l'extérieur, et au contraire épais, assourdis avec les matières douces de l'espace privé. Pour lui, cette manière d'aménager les espaces intérieurs est constante, quels que soient le style architectural, la culture et le concepteur. En espace extérieur par contre, les matières sont souvent rudes, et les reliefs peuvent parfois se montrer abrupts. Même si la planéité des sols se veut de rigueur pour faciliter les circulations piétonnières et automobiles, les trottoirs sont bien souvent encombrés de mobiliers urbains (abribus, poteaux, bornes de protection,...). La modalité tactile est donc mise à rude épreuve dans ce contexte, que ce soit au niveau des mains ou des pieds : l'attention nécessaire pour se déplacer sans heurts y est sollicitée de manière constante, laissant peu de place à toute forme de plaisir tactile. Pourtant, un espace architectural peut également être caractérisé par ses qualités sensibles tactiles, générant de ce fait des ambiances spécifiques, thématique qu'il convient à présent de développer.

1-4. La notion d'ambiance

La notion « d'ambiances architecturales et urbaines » intervient dans l'analyse de la ville « naturante » (par opposition à la ville « naturée » : cf. partie II-1-1), c'est-à-dire lorsqu'on veut étudier l'espace urbain en tant que production, le lien entre théorie et pratique architecturale. Si cette notion est très souvent associée à celle de l'instrumentation technique (maîtrise des ambiances), les travaux menés au CRESSON¹⁶ prennent en compte la dimension esthétique (au sens étymologique) des ambiances. En effet, une ambiance ne peut être correctement appréhendée que par l'articulation entre ses trois composantes : la part des sciences et techniques, la part du savoir sur les usages et représentations quotidiens, et la part de l'art (l'esthétique). Elle naît de l'interaction entre des signaux physiques que l'on peut mesurer et décomposer, des perceptions et des actions, des représentations sociales et culturelles : le dispositif physique et construit engendre un espace qualifié par la perception,

¹⁶ Voir la note 2.

l'usage et les représentations ; en retour, perceptions et usages contribuent à modifier l'organisation matérielle et physique. C'est pourquoi une ambiance n'est pas donnée en tant que telle : on dit qu'elle se « configure ». Cette configuration dépend de l'espace physique construit, de l'utilisateur qui perçoit, de la pratique dans laquelle il est engagé, et de l'instant donné. La caractérisation d'une ambiance consiste la plupart du temps en une synthèse de toutes les qualités sensibles à disposition du citoyen, à travers les différentes modalités sensorielles de celui-ci.

En effet, les ambiances sont par essence multisensorielles, car les propriétés sensibles des espaces sont perçues simultanément. Cependant, nous nous intéressons ici spécifiquement aux qualités tactiles des espaces, afin de déterminer la place qui revient à la modalité tactile dans la perception des espaces publics urbains. Nous espérons ainsi pouvoir élargir la recherche sur les ambiances à un nouveau champ d'investigation : la participation de la dimension tactile à la formation d'ambiances architecturales et urbaines.

1-5. Questionnement

Ainsi que nous l'avons montré, le toucher est un sens qui possède deux facettes : il peut être appréhendé comme passif ou comme actif. Passif si l'on ne considère qu'une seule de ses composantes (la sensibilité cutanée), et actif si l'on prend en compte l'action combinée de ses deux composantes (sensibilité cutanée et kinesthésie, formant la sensibilité haptique). Dans la perspective de notre étude sur les déplacements piétonniers, nous nous intéressons plus volontiers à l'aspect actif du toucher. C'est dans la dynamique cheminatoire que nous pourrions déceler les indices d'une influence de la modalité tactile sur les conduites. En effet, l'espace architectural se révèle, par le biais du toucher, dans sa dimension construite immédiate. Phénoménologiquement, c'est le sens de l'instantanéité et de la pratique corporelle et gestuelle de l'espace, et il constitue un moyen de prise de conscience par l'humain de la tridimensionnalité de son environnement, plus généralement de sa ville. L'être humain et son environnement ne sont pas indépendants, ils constituent un système dynamique en perpétuelle évolution. Par le biais de ses perceptions, l'individu obtient des informations sur le monde extérieur et en extrait des « affordances », ainsi que les a nommées Gibson. Ces dernières permettent de connaître les potentialités offertes par l'espace du sujet en vue de l'exécution de tels ou tels conduites ou actions. Étant renseigné sur la spatialité et les caractéristiques environnementales grâce à ses perceptions sensibles, l'individu cherche à

modifier celui-ci, ou bien adapte son comportement en conséquence : l'individu est donc actif face à son milieu. Ainsi, il y a un principe de réciprocité entre l'individu et son environnement. Et c'est par le biais de la perception sensible (et de l'action) que l'être humain et le monde sont en relation de dépendance mutuelle. Les qualités sensibles de l'espace public, générées par les formes qu'il contient et participatives des ambiances architecturales et urbaines, constituent le médium entre un sujet et le milieu physique dans lequel il se trouve et il se déplace. Il s'agit par conséquent d'avoir une démarche transversale qui mette en parallèle les formes tactiles de l'espace public urbain et les effets qu'elles suscitent sur les pratiques cheminatoires, afin d'être en mesure de répondre aux questions suivantes :

- COMMENT LA MODALITÉ TACTILE INTERVIENT-ELLE DANS L'ÉLABORATION DU CHEMINEMENT PIÉTONNIER ?

- DANS QUELLE MESURE CETTE MODALITÉ PARTICIPE-T-ELLE DE LA PERCEPTION SENSIBLE DES ESPACES ?

2. Hypothèses

Au regard des réflexions que nous avons élaborées, notre problématique prend forme autour de deux hypothèses principales qui vont guider cette recherche. Nous allons les discuter l'une après l'autre.

Du côté du sujet percevant, nous émettons l'hypothèse que **le déplacement d'un individu dans l'espace public urbain est modulé par les propriétés tactiles des matériaux qu'il perçoit**. Plus précisément, nous supposons que les choix de cheminement de l'utilisateur (fuite, retour en arrière, temps de pause, accélération, évitement, etc.) dépendent en partie de ses perceptions tactiles, et notamment podo-tactiles. Par exemple, un espace dont les matériaux au sol seraient très irréguliers, ou très glissants, pourrait être perçu comme peu sécurisant, voire dangereux, car nécessitant une attention constante pour se déplacer. Du coup,

l'utilisateur pourrait avoir tendance à éviter ce type d'espace, sinon à le quitter au plus vite. De même, la présence de nombreux mobiliers urbains pourrait se révéler être une entrave à l'aisance du déplacement. A l'inverse, des matériaux plus doux seraient perçus comme facilitant la marche.

Nous pensons que cette influence des perceptions tactiles sur le cheminement peut se repérer à une échelle micro-urbaine, très localisée, c'est-à-dire au fur et à mesure des qualités tactiles perçues pendant la réalisation du déplacement ; et à une échelle macro-urbaine, entendant par là qu'un individu pourrait délimiter mentalement des zones présentant telles propriétés tactiles, l'incitant ou non à fréquenter tel quartier ou tel lieu.

L'ensemble des éléments constituant la modalité tactile seront pris en compte dans la perception des qualités tactiles de notre espace, c'est-à-dire la sensibilité cutanée (sensibilités mécanique, thermique et douloureuse) et la kinesthésie : toutes participent de la perception sensible des caractéristiques matérielles, spatiales et fonctionnelles de l'environnement. Chacune d'elles peut influencer sur la conduite qu'adoptera l'individu au cours de son déplacement, en fonction des propriétés offertes par l'espace public. Cependant, nous souhaitons centrer notre attention sur la perception podotactile des sols : d'une part parce que les pieds participent de manière directe et soutenue à nos déplacements, d'autre part en raison de toute l'attention qui a déjà été portée à la perception haptique manuelle. Nous n'en oublierons pas pour autant l'influence des perceptions tactiles manuelles ou corporelles, si celles-ci viennent à se manifester.

De plus, comme nous l'avons évoqué, la perception des espaces architecturaux relève de la multisensorialité, c'est-à-dire que tous nos sens participent, de manière conjointe et simultanée, à l'appréhension de différentes propriétés de l'espace. Par conséquent, même si notre intérêt principal concerne la modalité tactile, nous tâcherons de la mettre en rapport avec les autres perceptions sensorielles, lorsque le besoin s'en fera sentir.

Enfin, nous rappelons qu'en plus du rôle des perceptions tactiles dans l'élaboration de nos conduites motrices, elles participent aussi de la sociabilité publique. La publicité des espaces urbains a pour conséquence une situation de coprésence permanente : nous ne sommes jamais seuls dans un espace public. La manière dont nous percevons les autres usagers, leurs conduites, leurs attitudes, leurs déplacements, a une incidence sur la construction de notre propre cheminement. Cependant, en raison de la nature déjà exploratoire de ce travail, l'influence du toucher sur les comportements sociaux ne sera examinée qu'en dernier lieu, si le temps nous le permet.

Notre seconde hypothèse est le corollaire de la première, mais en se positionnant cette fois du côté de l'espace : nous déclarons que **les qualités tactiles des espaces publics, qui sont participatives des ambiances architecturales et urbaines, peuvent être caractérisées, au-delà de leurs propriétés physiques objectives, par leur propension à influencer sur la perception des espaces et le déplacement du piéton.** Nous signifions par là que des figures sensibles tactiles peuvent être identifiées, c'est-à-dire que des perceptions tactiles sur un même espace peuvent être partagées par une population, reconnues de manière consensuelle. Autrement dit, un lieu ou un espace peut être caractérisé par les usagers comme particulièrement typique d'un effet sensible tactile donné (ou plusieurs), et ainsi être recherché ou fui pour ses qualités ou particularités tactiles, ou simplement modifier son allure de déplacement. C'est en cela que nous déclarons que les propriétés sensibles tactiles des espaces participent de la mise en forme des ambiances architecturales et urbaines.

De même que nous l'avions exprimé pour l'hypothèse précédente, nous pensons que les figures tactiles n'existent pas seulement à l'échelle globale des espaces, voire des quartiers. Selon nous, elles peuvent se retrouver aussi à un niveau plus restreint, et concerner un matériau, un élément de mobilier urbain ou une propriété tactile spécifiques.

Ces propos doivent bien sûr être replacés dans une perspective de pratique ordinaire des espaces publics urbains : ces derniers n'offrent pas au citoyen uniquement des qualités tactiles, mais des qualités perceptibles par toutes les modalités sensorielles. Démêler l'écheveau des différentes perceptions sensibles n'est pas une tâche aisée pour l'utilisateur, surtout lorsqu'il est en situation de déplacement. C'est pourquoi les figures sensibles que nous nous proposons d'identifier ne seront pas exclusivement d'ordre tactile, mais à dominante tactile, car les espaces sont appréhendés par l'utilisateur dans une globalité signifiante, au travers de la synthèse de ses perceptions. Cette prise de position aura au moins pour bénéfice de pouvoir mettre en évidence les relations qui peuvent exister entre la modalité tactile et les autres modalités sensorielles, dans la caractérisation sensible des espaces construits.

MÉTHODOLOGIE

I – Nécessité de l’interdisciplinarité

méthodologique

La vérification de nos hypothèses requiert la mise en place d’une démarche d’investigation interdisciplinaire. Les espaces publics sont en effet des entités complexes, tels que nous les avons décrits précédemment : pour couvrir l’ensemble de leurs aspects, nous avons besoin d’articuler des données provenant des domaines des sciences de la conception, des sciences pour l’ingénieur et des sciences humaines. Après la sélection d’un terrain d’étude, nous procéderons donc à une description architecturale et urbanistique des espaces qui le constituent. Puis il conviendra de réaliser une typification des matériaux composant le sol de ces espaces, au travers de relevés métrologiques de leurs caractéristiques physiques. Et pour recueillir une perception usagère des espaces et des matériaux, nous utiliserons la méthode des parcours commentés : elle consiste à réaliser un trajet au cours duquel les participants doivent décrire les éléments sensibles qu’ils perçoivent (dans notre cas, les qualités tactiles). Ainsi, nous pourrions constater s’il y a une correspondance ou non entre les descripteurs objectifs utilisés par les experts (style architectural, caractéristiques physiques) et la perception ordinaire du citoyen.

II – Terrain d'étude

1. Choix du terrain et délimitation du parcours

De par la nature exploratoire de ce travail, c'est la diversité que nous avons visée en premier lieu dans la sélection du terrain d'investigation. D'abord une diversité au niveau des matériaux foulés aux pieds : types de matériaux, formes, propriétés tactiles. Mais aussi une diversité par rapport aux espaces traversés : en termes de modalités d'accès (réservé aux piétons ou ouvert à plusieurs types de transport) afin de faire varier l'importance accordée au piéton, et en termes d'architecture et de statut dans le tissu urbain (style architectural, fonction de l'espace). Enfin, et en raison des hypothèses énoncées, les lieux retenus devaient permettre aux participants d'avoir une certaine marge de liberté dans le cheminement (alternatives locales), bien que la trame globale du parcours soit prédéfinie.

Ainsi, à Grenoble, certains espaces publics situés autour de la gare ont retenu notre attention (Figure 6) : l'avenue Alsace-Lorraine qui est une voie piétonne avec circulation du tramway, et ancrée dans un tissu urbain ancien ; la place de la Gare, place multimodale, et la gare elle-même avec ses espaces attenants (dispositifs d'accès intérieurs et extérieurs, passage souterrain), qui réalisent la connexion entre le centre-ville historique et le quartier d'affaires Europole ; la place Schuman, exclusivement piétonne, cœur du quartier Europole moderne ; enfin la rue Pierre Sépard, qui est une voie multimodale jouxtant à la fois les quartiers Europole et Berriat. Les quartiers est et ouest de part et d'autre de la gare ne semblent pas avoir subi le même développement et présentent des caractères différents, les voies SNCF concrétisant physiquement la coupure entre ces deux quartiers. A l'est de la gare, les îlots sont compacts et constitués par des immeubles d'inspiration haussmannienne disposant généralement d'une cour. Cette partie offre plusieurs directions dominantes : celles qui rayonnent par rapport à l'Isère et celles qui font le lien entre la place de la Gare et le centre-ville. En revanche à l'ouest, le bâti est plus varié (logements collectifs, maisons individuelles ou en bandes, entrepôts plus ou moins en activité) et les îlots de plus grande dimension, faisant parfois perdre la notion d'alignement. De plus, le tramage est constitué par un seul axe principal, le cours Berriat, sur lequel se connectent les autres rues de manière perpendiculaire ; cependant des obliques viennent briser l'aspect rectangulaire des îlots, en raison de la direction du vent dominant.

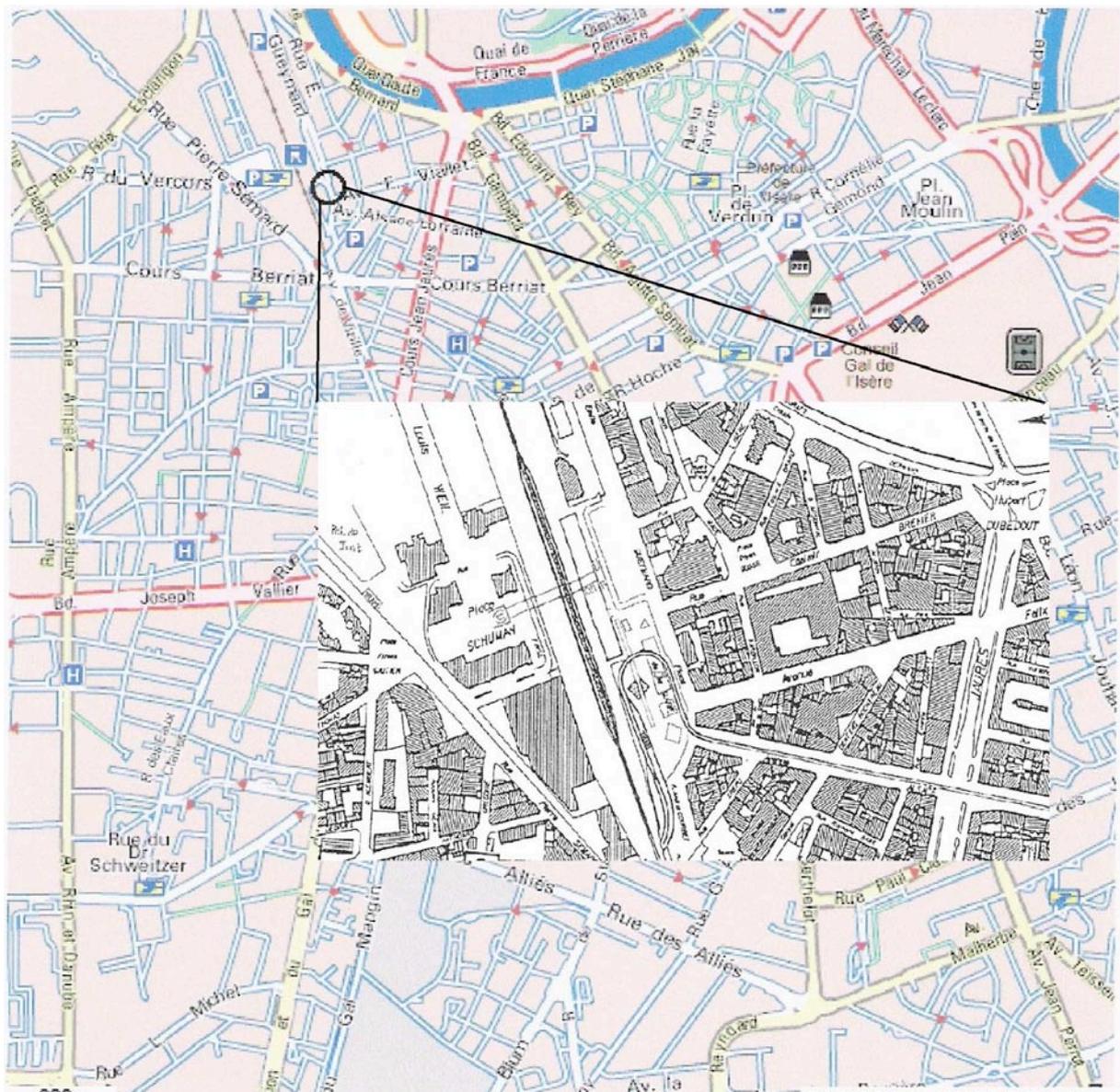


Figure 6 : Plan général du quartier.

A partir de ces différents espaces, nous avons défini le parcours le plus pertinent par rapport à l'objet de notre recherche. Ce parcours est le suivant¹⁷ (Figure 7) : il débute au milieu de l'avenue Alsace-Lorraine, juste après le cours Jean Jaurès en allant en direction de la place de la Gare ; arrivé vers la gare, il faut emprunter l'un des différents points d'accès pour traverser le passage souterrain qui passe sous les voies ferrées ; le parcours fait alors aboutir sur la place Schuman ; après être passé sous le porche du bâtiment juste en face (World Trade Center), il se termine dans la rue Pierre Sémard, à la station de tram située au pied du Palais de Justice.

¹⁷ Le parcours décrit est celui correspondant au Sens 1, le Sens 2 étant le trajet exactement en sens inverse.

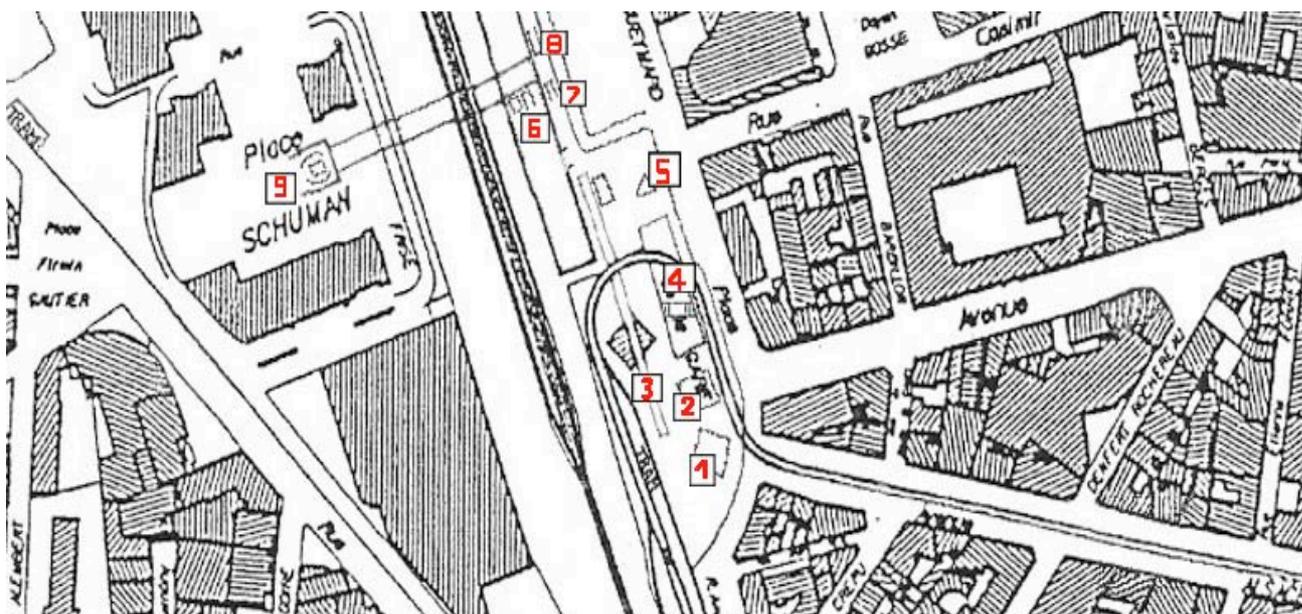


Figure 7 : Plan détaillé du parcours (1 : fontaine ; 2 : exposition temporaire ; 3 : auvents ; 4 : pelouse et passerelle ; 5 : sculpture ; 6 : ascenseur à gauche et escalier intérieur à droite ; 7 : escalier extérieur ; 8 : rampe extérieure ; 9 : ascenseur et double escalier).

Ce trajet, d'une distance approximative de 650m et d'une durée moyenne de 10 min à pied, présente l'hétérogénéité matérielle et spatiale que nous recherchions, et permet même de provoquer des changements de niveau grâce au passage souterrain, qui oblige à descendre puis à remonter. Concernant l'avenue Alsace-Lorraine, nous avons décidé de faire démarrer le parcours après le cours Jean Jaurès car la partie précédente, qui va jusqu'à la place Victor Hugo, ne présente pas de diversité supplémentaire et rallongerait inutilement la durée de passation pour les participants. Pour une illustration visuelle du parcours et des alternatives de cheminement, voir Annexe 1. Nous allons à présent examiner plus en détail chacun des espaces rencontrés au cours du trajet.

2. Description des lieux traversés

2-1. L'avenue Alsace-Lorraine

L'avenue Alsace-Lorraine a vu le jour dans les années 1880, suite à la décision prise par les élus de Grenoble de créer une deuxième avenue menant à la gare (après l'avenue de la Gare, actuelle avenue Félix Viallet). Elle devint rapidement l'une des plus belles artères du

Grenoble bourgeois de l'époque et finit par détrôner la première avenue de la gare, grâce à ses commerces de luxe et ses riches immeubles résidentiels, dont les façades parfaitement alignées au sol et en hauteur proposent chacune un aspect personnalisé mais contenu dans un style d'ensemble uniforme. Les bâtiments présentent de très nombreuses modénatures : leurs façades sont ornées de consoles, pilastres, balcons et sculptures en ciment moulé représentant diverses figures animales (éléphants, griffons, lions, dragons, ou encore l'aigle perché au sommet de l'immeuble du Dauphiné Libéré). A cela rien d'étonnant, puisqu'au n°28 de l'avenue devait initialement se tenir le siège de la société des Ciments de la Porte de France, alors la plus vieille société productrice de ciment à Grenoble, qui devait donc faire la démonstration de l'utilisation de ce matériau. Certains bâtiments affichent clairement le style Louis XVI, notamment à travers leurs balcons ou leurs frises ornementales en relief, alternant représentations végétales et animales ; d'autres sont plutôt de style néogothique. Lors de la construction du tramway en 1987, les aménagements donnèrent une vocation piétonne à l'avenue Alsace-Lorraine par l'utilisation de différents types de pavés, que ce soit sur les trottoirs ou sur les voies de tram. D'ailleurs, les trottoirs sont au même niveau que les voies de tram, et présentent simplement une légère déclivité lorsqu'ils traversent les axes routiers perpendiculaires à l'avenue. Son statut piétonnier l'a alors renforcée dans son activité commerciale, avec la présence de nombreux cafés et restaurants, dont les terrasses ou les débordements emplissent certaines parties des trottoirs. Ces derniers sont arborés sur toute la longueur de l'avenue : les arbres, dans un même alignement, sont répartis tous les six mètres environ ; leurs feuillages sont moyennement denses mais se touchent. Elle foisonne également de nombreux mobiliers urbains : bancs en bois et métal, barrières et poteaux de protection ainsi que lampadaires tous métalliques, bacs à fleurs en métal, socles d'arbres et barrières en métal aussi, différentes grilles ou plaques d'égout en métal ou recouverts des matériaux que l'on trouve au sol (pavés, dalles), et parcmètres. Mis à part le passage régulier de deux lignes de tramway, c'est un axe dévolu au trafic piétonnier, fréquenté par une population hétérogène. Les services qu'on y trouve sont en effet très diversifiés : commerces de tous ordres, restaurants, cafés, banques, tabac-presses, médecins,...

2-2. La gare, la place de la Gare, le passage souterrain

Dans la perspective des J.O. d'hiver de 1968, l'ancienne gare n'était plus assez moderne et surtout plus assez vaste pour recevoir les nombreux voyageurs en prévision. En

1967, une nouvelle gare fut donc construite à côté de l'ancienne, en attendant la démolition de cette dernière. C'est ce qui explique pourquoi l'actuelle gare ne se situe pas en face de ses voies d'accès et est décalée par rapport aux hôtels et immeubles fin XIX^e siècle qui bordent la place. Elle présente une géométrie strictement rectangulaire, et sa façade est entièrement composée de grandes vitres teintées. Elle n'est bien sûr accessible qu'aux piétons : la plupart des usagers qu'on y rencontre sont des voyageurs, les autres ne faisant que traverser le hall de la gare pour emprunter le passage souterrain.

La sculpture que l'on trouve devant la gare, *Les Trois Pics*, est une œuvre commandée par la ville en 1968 à l'américain Alexander Calder, afin de symboliser les trois massifs montagneux entourant Grenoble. Quant à l'architecture du bâti de la place, on peut remarquer entre autres la façade de l'hôtel Terminus (1906) d'inspiration Art Nouveau, ou encore la Basilique du Sacré-Cœur dont les parties extérieures ne furent pas terminées, laissant une tour inachevée et des profils en façade qui auraient dû être sculptés. Les bâtiments situés aux angles de l'avenue Alsace-Lorraine, de l'avenue Viallet et de la rue Brenier présentent de nombreuses modénatures eux aussi, semblables à celles qu'on trouve dans l'avenue Alsace-Lorraine. La place prit son apparence actuelle lors des travaux pour la mise en fonction du tramway en 1987, avec la construction d'une station de tram parallèle aux voies SNCF et la pose de pavés. La fontaine de la place, avec ses 60 jets d'eau et ses dalles en pierre de Hauteville, est contemporaine de ces aménagements et fut placée dans l'axe de l'avenue Alsace-Lorraine pour pouvoir être admirée de loin. Quelques arbres et une longue pelouse furent également implantés pour apporter de la végétation ; une petite passerelle surplombe la pelouse, pour éviter de contourner celle-ci. En comparaison à l'avenue Alsace-Lorraine, la place de la Gare est moins fournie en mobiliers urbains : les bancs sont inexistantes (sauf pour la station de tram), probablement en raison de la bordure minérale de la pelouse qui permet de s'asseoir, et les terrasses de cafés situées de l'autre côté de la route ne l'ont pas investie ; mais on y trouve les habituels poteaux métalliques et bornes de protection (sphères en matière minérale). C'est un espace multimodal, où circulent les piétons, les automobiles, quelques lignes de bus (arrêts), ainsi que le tramway (station). Elle accueille une population très variée, car ses différents aménagements et sa connexion avec le centre-ville et Europole en font un lieu fréquenté pour de multiples raisons, outre les voyageurs.

Pour pouvoir traverser le passage souterrain réservé aux piétons, il faut nécessairement descendre d'un niveau, en empruntant l'un des différents points d'accès (escalier et rampe

droits à l'extérieur ou escalier droit et ascenseur à l'intérieur côté place de la Gare, escalier double semi-circulaire et ascenseur côté place Schuman) ; il n'est donc pas obligatoire de pénétrer dans le hall de la gare proprement dit. Ce passage a été réaménagé en 2000, pour combler les lacunes de l'ancienne liaison (pas assez repérable, caractère SNCF marqué) : nouvel éclairage, nouvel ascenseur et double escalier côté place Schuman, découverte de l'extrémité du passage et accès au parking souterrain côté place Schuman aussi. Dans sa partie couverte, le souterrain dispose de plusieurs escaliers de chaque côté, permettant d'accéder aux quais : ces ouvertures laissent pénétrer l'air et l'ambiance sonore typique d'une gare (bruits de moteurs, de freinage). Comme dans toute gare, un écran renseignant sur les trains au départ est installé en hauteur, à proximité de chaque escalier. Cette partie est uniformément tapie de carrelage et éclairée par des doubles tubes fluorescents, alors que l'extrémité découverte du passage est faite de béton brut et dispose d'un éclairage naturel (de jour), créant ainsi un espace de transition entre le souterrain lui-même et l'accès à la place Schuman. Tout le long du passage, les murs sont uniformes, n'offrant aucun relief architectural. Comme pour la gare, les usagers se composent d'une part de voyageurs, et d'autres part de passants qui ne font que traverser le passage pour se rendre du côté Europole ou du côté centre-ville.

2-3. La place Schuman, la rue Pierre Sépard

La place Schuman dessine approximativement un quadrilatère, situé au cœur du nouveau quartier d'affaires Europole réalisé par les architectes Ludemer, Zanassi et Genève, qui ont donné à ce lieu un caractère impersonnel renvoyant aux références des grands centres économiques. Ce quartier résolument contemporain fut créé ex-nihilo dans les années 1990 afin de faire disparaître les anciennes friches SNCF. La place porte la marque architecturale des XX^e et XXI^e siècles avec ses imposantes façades rideaux, lesquelles ne présentent pas de relief et font office de gigantesques miroirs. A l'ouest de la place s'élève le World Trade Center (en face quand on sort du passage souterrain), offrant aux entreprises un centre d'échanges et de communications avec salles de congrès et de conférences, et un hôtel ; le rez-de-chaussée de ce bâtiment est évidé, formant un porche qui relie la place avec le quartier Berriat Nord. Les trois édifices, de béton et de verre, enferment fortement le lieu par leur hauteur de 27m, et ont tendance à brouiller les rapports d'échelle : perspectives visuelles soit trop restreintes (porche du World Trade Center qui débouche sur la rue Pierre Sépard), soit trop profondes (porche du bâtiment Nord qui donne sur l'avenue Doyen Louis Weil). La seule

perspective intéressante est celle en direction de l'est (vers la gare et le centre-ville), car elle s'ouvre sur le relief environnant et sur la ville : cette place est donc manifestement orientée vers l'est, tournant le dos au quartier Berriat et à son histoire. Sa réalisation architecturale semble relever davantage de la monumentalité géométrique que d'un souci d'insertion dans le tissu urbain. De surcroît, son sol est recouvert de grandes dalles de béton uniformes, recouvrant partiellement le parking en sous-sol, et dans lesquelles sont incrustées des spots lumineux dessinant des constellations. Et elle ne dispose quasiment d'aucun mobilier urbain, hormis quelques bornes basses en périphérie et l'édicule formé par l'ascenseur et les escaliers menant au passage souterrain. Ce dernier est d'ailleurs peu explicite quant à sa fonction, quel que soit l'endroit d'où l'on arrive sur la place. C'est un espace qui inspire donc à la fois le sentiment d'aridité et paradoxalement le sentiment d'écrasement. La place Schuman, exclusivement piétonne, constitue finalement un lieu de passage et de liaison, surtout fréquentée par une population active ou des voyageurs, car strictement rien n'incite à s'y arrêter.

Passant sous le porche du World Trade Center avec ses larges colonnes de béton, la station de tram de la rue Pierre Sépard s'impose immédiatement à la vue, avec la place Firmin Gauthier sur la gauche. Son statut est assez particulier, car elle constitue la limite physique entre deux quartiers très contrastés : sur l'un de ses côtés, elle longe le quartier Berriat ancien dont le style architectural présente le même éclectisme que dans l'avenue Alsace-Lorraine, car réorganisé à peu près à la même époque ; sur l'autre côté, elle longe le quartier Europole moderne, abritant des édifices récents : le nouveau Palais de Justice, la Cité Scolaire Internationale, l'École de commerce, un gymnase, etc., dont le style monumental et déshumanisé tranche fortement avec Berriat. C'est une voie de circulation multimodale (piétons, tram, voitures), dont l'une des extrémités aboutit à un autre passage piéton menant à la gare (mais plus décalé) et l'autre extrémité (côté rue Félix Esclangon) présente des zones encore en mutation (juxtaposition de bâtiments anciens et de nouvelles constructions). Concernant les mobiliers urbains, nous nous restreignons à décrire ce qui est situé entre le porche et la station de tram : petits poteaux métalliques assez nombreux juste à la sortie du porche sur la droite, plusieurs grilles et plaques d'égout métalliques, terrasse d'un café-restaurant (surtout fréquenté par la population active alentour), petit espace de végétation (pelouse, fleurs) offrant des places assises sur son pourtour, et bien sûr abribus. Comme elle constitue le tampon entre un quartier résidentiel et commercial ancien et un quartier d'affaires encore en évolution, la rue Sépard voit passer une population très diversifiée.

III – Caractérisation physique des sols

1. Considérations générales

Après de nombreuses recherches bibliographiques et sur les sites qui traitent des revêtements de sol, nous ne pouvons que constater l'inexistence de critères consensuels pour rendre compte des caractéristiques des matériaux de surface en espace public urbain. D'une part, une grande partie de la littérature traite des critères classificatoires des sols dits naturels, c'est-à-dire non anthropisés, s'inscrivant alors dans les disciplines de la géophysique et de la géobiologie entre autres ; il est étonnant de se rendre compte que les sols des espaces habités par l'être humain sont ceux auxquels il s'intéresse le moins. D'autre part, parmi les références restantes, la plupart sont des textes normatifs ciblés sur des matériaux très précis (variantes en fonction des composants chimiques, des granulats, des traitements physiques après pose), donnant des prescriptions concernant la mise en œuvre, ce qui ne nous renseigne guère sur les matériaux aux sols à Grenoble ; d'ailleurs, tous les revêtements ne font pas l'objet d'une norme. Certains termes sont parfois mis en avant, mais ils diffèrent suivant les matériaux, et d'un organisme à un autre : adhérence, rugosité, granularité ou granulométrie, résistance mécanique,... De plus, les techniques employées pour mesurer physiquement ces critères nécessitent bien souvent un matériel qui relève du domaine de l'industrie ou de la recherche expérimentale en laboratoire ; pour le reste, il s'agit de techniques visuelles, nécessitant l'utilisation de logiciels infographiques non accessibles.

En parallèle, nous avons contacté plusieurs personnes travaillant pour la mairie de Grenoble (services des espaces publics, de la voirie, de la maîtrise d'œuvre, etc.), afin d'obtenir des renseignements sur les matériaux employés dans les espaces qui nous intéressent, et éventuellement des mesures physiques de leurs propriétés. Cette voie de recherche ne s'est guère montrée plus fructueuse que la précédente. Nous avons pu cependant collecter quelques informations générales sur la nature de certains matériaux employés (béton, pierre naturelle, calcaire,...). Concernant la gare, aucune information de ce type n'a pu être recueillie.

Au final, nous nous basons principalement sur un document édité par le CERTU qui offre une synthèse, toujours teintée de l'aspect normatif, des types de revêtements de sol des espaces publics avec leurs caractéristiques respectives¹⁸. Ainsi, les différentes familles de matériaux de surface à disposition des concepteurs sont classées comme suit :

- revêtements bitumineux : enduit superficiel, enrobés bitumineux, enrobés percolés, coulis bitumineux, asphaltes, résines.
- revêtements en bétons de ciment : béton de ciment avec traitement de surface (balayage, striage, empreinte, dénudage chimique).
- revêtements modulaires : pavés (béton, terre cuite, pierre, bois), dalles (béton, pierre), platelage en bois.
- sables stabilisés : mécaniquement ou par traitement.

Les définitions suivantes, uniquement celles des matériaux susceptibles de nous intéresser, sont celles données par le CERTU.

- L'enduit superficiel est une couche de roulement réalisée en place et constituée de couches alternées de liant et de granulat. Son épaisseur peut être très faible, égale au plus à la grosseur des gravillons utilisés.
- Les matériaux bitumineux coulés à froid (coulis et enrobés) sont constitués de granulats minéraux enrobés à l'émulsion de bitume et mis en œuvre dès la fin de la fabrication par coulée en couche très mince. La fabrication et la mise en œuvre à froid sont réalisées simultanément *in situ*, à l'aide d'une machine spécifique. Le mélange comporte des granulats non séchés, de l'émulsion de bitume et éventuellement de l'eau et des additifs ; il n'est pas stockable. Il peut généralement être livré à la circulation sans compactage préalable. La différence entre les coulis et les enrobés réside principalement dans leur granularité (taille des granulats) et leur vitesse de séchage.
- Les bétons bitumineux sont des mélanges de granulats (gravillons et sables concassés, plus éventuellement des fines d'apport), avec un bitume pur ou modifié. Ces mélanges sont fabriqués et mis en œuvre à chaud. La fabrication du matériau est réalisée dans des centrales d'enrobage, puis il est amené sur le chantier et répandu à la machine (finisseur), avant d'être compacté.
- Les enrobés percolés sont constitués d'un enrobé bitumineux fortement ouvert dont les vides sont comblés par un coulis généralement à base de ciment. La partie enrobée est fabriquée et mise en œuvre à chaud ; la partie coulis est un mélange hydraulique de

¹⁸ Leroux, A. (2001). *Structures et revêtements des espaces publics : guide technique*. Lyon : CERTU, 81 p.

consistance fluide, réalisé à froid. La fabrication de l'enrobé bitumineux suit le même principe que dans le paragraphe précédent. Le coulis, composé de charges minérales et de ciment, éventuellement remplacé en partie ou en totalité par des résines, est le plus généralement fabriqué sur place dans une bétonnière, et étalé à la raclette avant d'être contraint à occuper les vides de la matrice bitumineuse par l'action de compacteurs (plaques ou cylindres vibrants).

- Les asphaltes sont des mélanges de granulats : sables concassés riches en éléments fins et gravillons avec un bitume pur ou un bitume modifié. Ces mélanges sont réalisés à chaud dans des centrales d'enrobage spécifiques et malaxés ensuite à une température supérieure à 200°C pendant plusieurs heures. Ils sont ensuite appliqués par méthode manuelle ou mécanique.
- Les bétons de ciment sont des mélanges de sable, de gravillons, de ciment, d'eau et éventuellement d'adjuvants. Ils font prise dans un délai de 1 à 2 heures et durcissent pour atteindre progressivement des performances mécaniques élevées. Dans la phase plastique (avant séchage), ce sont des matériaux moulables dont la compacité s'obtient par vibration externe ou interne.
- Les pavés en béton sont des éléments modulaires en béton de granulats courants destinés aux revêtements de sols, dont le rapport de la surface vue (en cm²) à leur épaisseur (en cm) est inférieur à 100. Les pavés en pierre naturelle sont des éléments modulaires en roche naturelle dont aucune dimension en plan ne dépasse le double de l'épaisseur. Les pavés en terre cuite pour sols extérieurs sont des éléments modulaires en terre cuite obtenue par filage ou pressage d'une matière argileuse séchée et cuite au four, de forme généralement carrée ou rectangulaire ; leur longueur maximale est de 30cm, leur épaisseur ne doit pas être inférieure à 4cm, le rapport de la surface vue à leur épaisseur est inférieur à 100. Les dalles en béton de ciment sont des éléments modulaires en béton de granulats courants à surface plane dite « lisse » ou ayant subi un traitement de surface, destinés aux revêtements de sols, dont le rapport de la surface vue à leur épaisseur est supérieur ou égal à 100.

Ces différents matériaux ont, de par leurs spécificités, divers domaines d'emploi possibles : aires piétonnes et trottoirs, zones de stationnements, pistes cyclables ; voies de desserte avec peu de poids lourds (< 25 PL/jour/sens) ; voies principales avec poids lourds et/ou transports en commun (> 150 PL/jour/sens). En fonction de ces diverses utilisations, des critères qualitatifs ont été attribués à chacun des matériaux, cotés de « mal approprié » (- -) à « très approprié » (+ +). Au regard des espaces inclus dans le parcours que nous avons défini, c'est le premier domaine d'emploi qui nous intéresse avant tout (Figure 8).

Aires piétonnes et trottoirs, zones de stationnement, pistes cyclables

Critères retenus	Enduit	Béton bitumineux		ECF ou Coulis	Asphalte		Pavés			Dalles		Béton	Sols stabilisés
		noir	coloré		noir	coloré	béton	pierres	terre cuite(*)	béton	pierres		
Différenciation visuelle (hors variation des constituants)	-	-	+	-	○	++	+	++	++	+	++	+ / ++ (**)	+
Confort de circulation ou de marche	○	++	++	+	++	++	+	○	+	+	+	+	+ / ○
Adhérence	+	+	+	○	○	○	+	-	+	+	-	+	-
Adaptation aux conditions d'application urbaines et facilité de réparations, y compris réfection de tranchées (travail possible en petites quantités)	○	+	-	○	+	○	++	++	++	+	+	○	+
Résistance au trafic occasionnel (sous réserve d'un support correct)	+	+	+	+	+	+	+	○	-	-	-	+	-
Savoir-faire « courant »	+	+	+	○	○	○	○	-	-	-	-	○	○
Matériau « non salissable » ou facile à nettoyer	-	+	○	+	+	○	○ / - (***)	○ / - (***)	○	○ / - (***)	○ / - (***)	+	sans objet

(*) zones sans aucune circulation automobile (**) selon traitement de surface (***) «○» sur trottoir - «-» sur stationnement

Figure 8 : Appréciation des critères qualitatifs en fonction des matériaux : les critères sont classés par ordre décroissant de pertinence.

2. Critères descriptifs

Parmi les caractéristiques proposées par le CERTU pour qualifier les matériaux de surface, seules deux retiennent notre attention car elles s'inscrivent dans notre démarche : le confort de circulation ou de marche, et l'adhérence. Dans le cas des piétons ou des cyclistes, un matériau considéré comme confortable correspond à un revêtement agréable et sûr, évitant les chutes ou minimisant les conséquences de celles-ci. L'adhérence, elle, se définit comme l'aptitude d'un matériau, soit naturellement, soit à la suite d'un traitement spécifique, à éviter le glissement des usagers, véhicules ou piétons, en cas de pluie. Un produit dont l'adhérence sera optimale quelque temps après la mise en service pourra avoir une bonne appréciation, alors qu'un produit à forte adhérence initiale qui décroît très vite pourra avoir une appréciation médiocre.

Mais les évaluations de ces critères (Figure 8) concernent des familles de matériaux, il nous faut donc une estimation *in situ*. De plus, le confort de marche étant une donnée beaucoup trop subjective à déterminer, nous remplaçons ce critère par une description de l'état de surface du matériau (dureté et rugosité) ; en revanche, nous conservons le critère d'adhérence. Nous avons alors tenté de caractériser, à travers ces deux facteurs, chacun des types de revêtements de sol présents sur le terrain, tels qu'on les ressent au pied. La dureté a été estimée sur une échelle bipolaire à 2 points (dur ou souple), la rugosité sur une échelle à 6 points (très rugueux, rugueux, plutôt rugueux, plutôt lisse, lisse, très lisse), et l'adhérence sur une échelle à 6 points (très adhérent à très glissant). Il faut souligner ici le fait que les estimations ont été réalisées uniquement par temps chaud et sec, par faute de changements météorologiques lors des mesures. Nous avons également mesuré les dimensions pour les éléments modulaires, les escaliers et les dispositifs podo-tactiles. Et pour les matériaux modulaires, nous avons pris en compte l'aspect des espacements entre les éléments (profondeur des joints s'il y en a) et leur largeur.

La description physique des matériaux au sol de notre terrain d'étude est présentée dans la partie suivante.

IV – Fiches synoptiques des espaces

Afin d'avoir une lecture plus aisée de l'ensemble de ces données (caractéristiques physiques, descriptions architecturales et urbanistiques), nous avons réalisé des fiches récapitulatives pour chacun des lieux qui composent le parcours choisi.

Elles se composent chacune de deux pages organisées comme suit : en haut de la première page, le nom du site ; puis des photographies des lieux ; en dessous, un tableau résumant les dimensions du site, le traitement des façades, les mobiliers urbains et les activités qu'on y trouve. La seconde page donne la liste des matériaux avec leurs caractéristiques correspondantes.

Avenue Alsace-Lorraine



Vue en direction de la place de la Gare, peu avant la rue Denfert-Rochereau



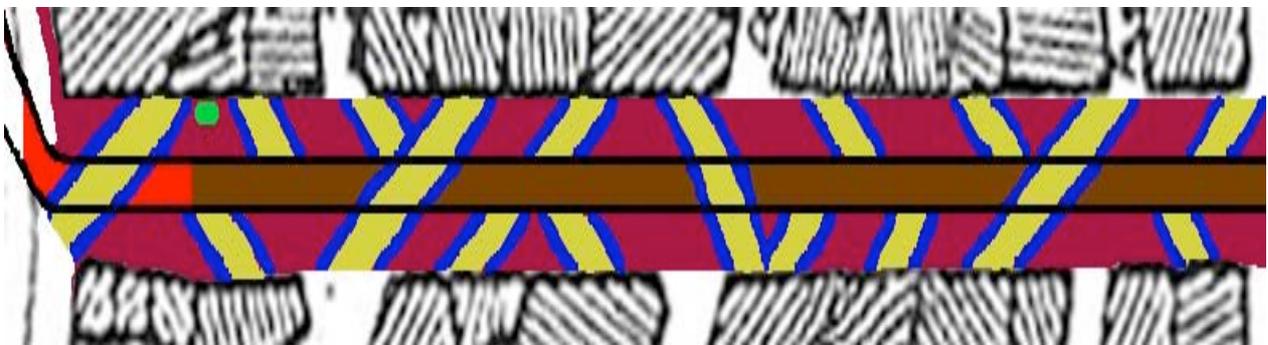
Bâtiment à l'angle du cours Jean Jaurès



Bâtiment du Dauphiné Libéré, à l'angle de la rue Denfert-Rochereau

Dimensions du site	Traitement des façades	Mobiliers urbains	Activités
<ul style="list-style-type: none"> - longueur : 700 m (totale) ; 350 m (portion considérée) - largeur : 15 m - pentes $\leq 2\%$ en long et en travers sur toute l'avenue 	<ul style="list-style-type: none"> - mélange de styles : Louis XVI ; néogothique - façades parfaitement alignées, très nombreuses modénatures 	<ul style="list-style-type: none"> très fourni : terrasses, bancs, barrières, poteaux, bornes, poubelles, bacs à fleurs, arbres 	<ul style="list-style-type: none"> - voie piétonne (tram) - commerces divers, cafés, restos, tabac-presses,... - zone de séjour ou de passage

Implantation des matériaux au sol



Place de la Gare et gare



Place de la Gare vue depuis l'angle de la rue Courbet



Entrée principale de la gare

Dimensions des sites	Traitement des façades	Mobiliers urbains	Activités
- place : 250 m par 80 m - gare :	- mélange de styles : Art Nouveau, moderne - modénatures sur certains bâtiments	moyennement fourni : fontaine, auvents, poteaux, bornes, poubelles, quelques arbres	- voie multimodale, mais espaces vastes pour piétons - accès aux trains, aux trams, aux bus, parkings - zone de séjour (pelouse, fontaine) ou de passage (nombreux voyageurs)

Implantation des matériaux au sol



Passage souterrain



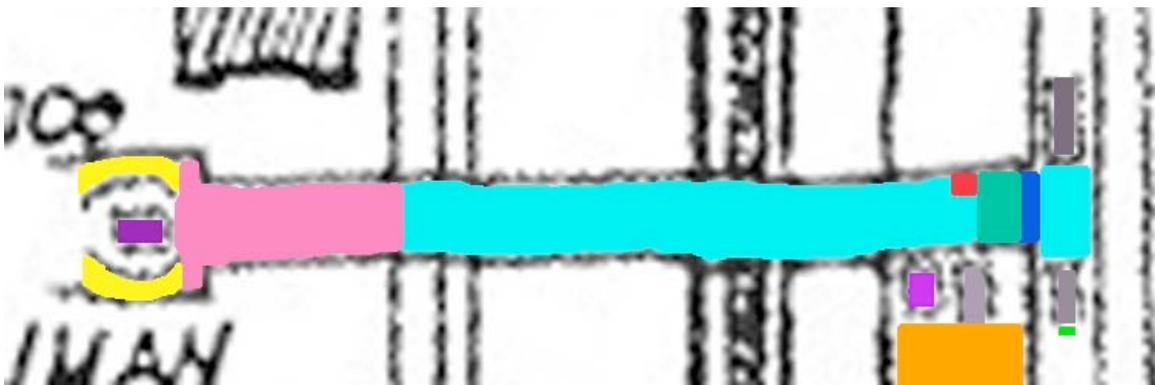
Vue depuis l'extrémité côté gare



Partie découverte du passage, côté place Schuman

Dimensions du site	Traitement des parois	Mobiliers urbains	Activités
<ul style="list-style-type: none"> - longueur : 140 m - largeur : 6 m - légère pente côté gare sur une dizaine de mètres 	pas de traitement particulier (carrelage pour la partie couverte, béton brut pour la partie découverte)	quasi-inexistant : quelques bancs côté gare, panneaux publicitaires	<ul style="list-style-type: none"> - espace réservé aux piétons - zone de passage : arrivée/départ des voyageurs, connexion entre les quartiers Est et Ouest

Implantation des matériaux au sol



Place Schuman



Vue depuis la rue de la Frise : World Trade Center en face, entrée du souterrain sur la gauche



Vue depuis le porche du WTC : perspective sur le centre-ville et le relief

Dimensions du site	Traitement des façades	Mobiliers urbains	Activités
<ul style="list-style-type: none"> - longueur : 100 m - largeur : 70 m 	<ul style="list-style-type: none"> - style contemporain - façades rideaux en verre réfléchissant et béton - bâtiment du WTC de forme courbe 	<ul style="list-style-type: none"> quasi-inexistant : quelques bornes en périphérie 	<ul style="list-style-type: none"> - place piétonne - quartier d'affaires (hôtel, salles de conférences) - zone de passage

Implantation des matériaux au sol



Rue Pierre Sépard



Vue en direction de la rue Félix Esclangon : station de tram en face, Palais de Justice à droite

Dimensions du site	Traitement des façades	Mobiliers urbains	Activités
<ul style="list-style-type: none"> - longueur : 750 m - largeur : 20 m 	<ul style="list-style-type: none"> - mélange de styles : contemporain, Louis XVI, néogothique - modénatures sur certains bâtiments 	<ul style="list-style-type: none"> assez fourni : abribus, terrasse, nombreuses bornes, poteaux, poubelles 	<ul style="list-style-type: none"> - voie multimodale : piétons, tram, trafic routier - d'un côté quartier d'affaires, de l'autre zone résidentielle avec quelques commerces - principalement zone de passage

Implantation des matériaux au sol



V – La méthode des parcours commentés

1. Principe général

La méthode des parcours commentés, mise au point par J-P. Thibaud¹⁹ du laboratoire CRESSON, a pour objectif principal d'accéder à l'expérience sensible des individus. Il s'agit d'obtenir un compte-rendu de leurs perceptions au cours de leur déplacement. On sollicite donc trois types d'activités chez eux : le déplacement, la perception et la description. Cette technique d'interrogation des perceptions sensibles constitue une méthode privilégiée d'investigation des phénomènes *in situ*. Elle est intéressante en ce qu'elle permet de recueillir la parole usagère issue d'une perception ordinaire. Son principe majeur repose sur la redondance : la récurrence des phénomènes perceptifs décrits par les usagers permet d'établir un lien entre les éléments de l'environnement construit et les perceptions sensibles. On ne peut donc pas reprocher à cette méthode de fournir des données purement subjectives : il s'agit plutôt d'intersubjectivité, garante d'une certaine consensualité dans la ressaisie des descriptions lors de la phase d'analyse.

Les paroles des participants sont enregistrées sur bande audio pendant la réalisation du parcours, pour permettre un dépouillement ultérieur et n'omettre aucune remarque. Un enquêteur accompagne le participant pour le guider, relancer ses descriptions, et régler les problèmes techniques si nécessaire. Cette présence permet en outre de relativiser les commentaires à l'égard des éléments de l'environnement lors de la phase d'analyse. Immédiatement après le parcours, un entretien semi-directif est réalisé avec chacun des participants. Il vise globalement à ressaisir et compléter les propos qu'ils ont tenu pendant le trajet, pour contextualiser leurs perceptions et les expliciter si possible : perceptions sensibles les plus marquantes, découpage du parcours en séquences, niveau de familiarité des espaces traversés,... Des informations personnelles sont également demandées aux participants (âge, sexe, profession,...) pour identifier leur catégorie socioculturelle.

Cependant, cette méthode présente quelques limites : les personnes interrogées ne sont pas toujours à l'aise pour s'exprimer devant un micro, les bruits de l'environnement peuvent

¹⁹ Thibaud, J-P. (2003) La parole du public en marche. In Moser, G. et Weiss, K., *Espaces de vie : aspects de la relation homme-environnement*. Paris : Armand Colin, 396p.

venir parasiter leur discours (que ce soit au moment où ils parlent, ou au moment de la retranscription par écrit des paroles). L'enquêteur peut pallier au premier défaut, en rassurant les participants sur leur expression et en les relançant régulièrement si nécessaire. Par contre, le bruit ambiant est un paramètre difficilement contrôlable en extérieur, dès lors que l'on utilise la technique de l'enregistrement audio.

2. Population participante

Pour mieux mettre en valeur la participation des perceptions tactiles dans le déplacement et dans la caractérisation de figures tactiles, nous recourons à une population hétérogène dont une partie des membres, à divers niveaux, peuvent entretenir un rapport particulier avec les qualités tactiles des espaces et/ou y prêter davantage attention. A ce titre, nous étendons la notion de piéton à tout individu employant un mode « doux » de déplacement : à pied ou en véhicule non motorisé (cycliste, skater,...). De plus, à chaque fois que nous parlerons d'usager ou de piéton, ce sera au sens large, sans distinction entre les différentes catégories de population, sauf s'il y a précision. Le panel d'individus que nous interrogeons est donc composé :

- de 6 déficients visuels (4 aveugles et 2 amblyopes) : étant privés de la vue (totalement ou partiellement), ces individus exploitent d'autres ressources sensibles pour se déplacer, en particulier les perceptions auditives et tactiles²⁰.
- d'une mère avec un enfant en bas âge (véhiculé en poussette) : déplacer une poussette nécessite une attention accrue vis-à-vis du sol et des mobiliers urbains pour éviter les chocs, et peut restreindre les options de cheminement (zones impraticables ou dangereuses).
- de 2 personnes se déplaçant en véhicule non motorisé (longboard, rollers) : le fait de rouler plutôt que de marcher entraîne une perception différente des sols, accentuée en ce qui concerne les irrégularités par exemple.
- de 4 usagers ordinaires (ne présentant aucune des particularités mentionnées ci-avant).

Nous pensions également demander la participation de personnes en fauteuil roulant ou ayant des difficultés à la locomotion, mais les associations contactées n'ont pas pu trouver de volontaires.

²⁰ Thomas, R. (1996). *Les conduites piétonnières des non-voyants en ville*. Grenoble : CRESSON, 203 p.

Grâce à cette diversité, nous espérons faire émerger plus facilement des perceptions tactiles significatives et observer plus distinctement des conduites qui seraient révélatrices des propriétés tactiles inhérentes aux espaces traversés. Nous allons alors pouvoir appréhender, de manière assez exhaustive, les qualités tactiles pouvant induire des usages ou des cheminements spécifiques. Parallèlement, l'identification des figures sensibles tactiles devrait être plus aisée.

3. Adaptation de la méthode

Dans le cadre de notre recherche, il est nécessaire d'apporter quelques modifications au protocole initial de la méthode des parcours commentés : d'une part parce que notre intérêt principal concerne uniquement les perceptions tactiles de l'environnement, d'autre part en raison de la nature du déplacement de certains volontaires.

3-1. Le parcours en lui-même

Tout d'abord, les descriptions que nous demandons aux participants doivent tenir compte en premier lieu de leurs perceptions tactiles, les autres sens n'étant pas pour autant oubliés mais placés en second rang. Afin qu'ils comprennent bien ce que le toucher englobe, nous précisons les organes auxquels il est fait référence : pieds, mains, corps entier, et les extensions corporelles générées par l'usage d'une canne ou d'un véhicule. De plus, nous leur demandons d'indiquer les modifications au sein du parcours (tournant, montée/descente, accélération/ralentissement,...), pour susciter des descriptions concernant leurs perceptions kinesthésiques. Il est également précisé aux participants qu'ils sont libres de leurs mouvements pendant le trajet (ils peuvent s'arrêter momentanément, revenir sur leurs pas, modifier leur allure,...), afin de satisfaire au principe de libre cheminement. Pour la fiche explicative du parcours commenté, voir Annexe 2.

Avant de démarrer le parcours, les individus sont équipés d'un micro-cravate, fixé sur leur veste ou leur chemise, et d'un dictaphone, généralement rangé dans une poche de pantalon ou dans un sac tenu au bras. Pour les individus en longboard ou en rollers, l'enquêteur est pourvu d'un véhicule (vélo) pour s'adapter à leur rythme et pouvoir les accompagner le long du trajet, permettant ainsi de respecter les principes généraux de la méthode. La date ainsi que les heures de début et de fin sont précisées pour chaque parcours.

Pendant la réalisation du trajet, nous prenons soin d'observer tous les éléments en rapport avec le chemin précis emprunté par les participants : les points de passage, les endroits où ils s'arrêtent spontanément, les retours en arrière et les hésitations sur la direction à prendre. Ces différentes observations sont par la suite reportées sur un plan du terrain d'enquête. Les gestes des participants réalisés avec leurs pieds et leurs mains font également l'objet de notre attention, et sont insérés dans la retranscription de leur discours lorsqu'ils s'avèrent remarquables : frottement prononcé des pieds et/ou de la canne sur le sol, participation éventuelle des mains à la perception de matières ou de formes,...

A l'issue du parcours, nous proposons aux participants de revenir sur un endroit spécifique du parcours s'ils le souhaitent, endroit qui leur aurait particulièrement plu ou à propos duquel ils voudraient confirmer leurs perceptions, en termes tactiles.

Enfin, il est nécessaire de préciser que les parcours ont été réalisés après avoir convenu d'un rendez-vous avec chacun des participants : tous les parcours s'inscrivent donc dans une démarche de simple promenade, car les volontaires ne sont engagés dans aucune activité particulière lors du trajet, si ce n'est l'exécution de celui-ci.

3-2. Facteurs météorologiques

En parallèle aux parcours, les conditions météorologiques sont relevées. Il apparaît que les critères les plus pertinents à considérer par rapport à notre recherche sont : la température de l'air et la vitesse du vent. A cela il faut ajouter la « température ressentie », également désignée « température équivalente » : elle permet de quantifier ce que ressent la peau nue exposée aux effets combinés de la température de l'air et de la vitesse du vent. La formule qui permet de calculer la température équivalente est la suivante :

$$T_{\text{Éq}} = 13,12 + 0,6215 * T - 11,37 * V^{0,16} + 0,3965 * T * V^{0,16}$$

Où : - $T_{\text{Éq}}$ est la température équivalente en degrés Celsius.

- V est la vitesse du vent en km/h à 10m de hauteur.

- T est la température de l'air en degrés Celsius.

Il existe un tableau de conversion à double entrée, qui permet de lire directement la température équivalente en fonction de la température réelle et du vent (Figure 9). On remarque que, pour une vitesse donnée du vent, plus la température de l'air est basse et plus l'écart entre celle-ci et la température ressentie est grand. De même, pour une température

donnée, plus la vitesse du vent augmente et plus l'écart entre les deux valeurs grandit. Il est à noter que la température équivalente ne peut jamais être supérieure à la température réelle.

Vent Km/h	Température de l'aire en °C						
	20	15	10	5	0	-5	-10
5	20	15	9	4	-2	-7	-13
10	20	14	8	3	-3	-9	-15
15	19	14	7	2	-4	-11	-17
20	19	13	7	1	-5	-12	-18
25	19	13	6	1	-6	-12	-19
30	19	13	6	0	-7	-13	-20
35	18	12	5	0	-7	-14	-20
40	18	12	5	-1	-7	-14	-21
45	18	12	5	-1	-8	-15	-21
50	18	12	4	-1	-8	-15	-22
55	18	11	4	-2	-9	-15	-22
60	18	11	4	-2	-9	-16	-23
65	17	11	3	-2	-9	-16	-23
70	17	11	3	-2	-9	-16	-23
75	17	11	3	-3	-10	-17	-24
80	17	11	3	-3	-10	-17	-24
90	16	10	2	-3	-10	-17	-25
100	16	10	2	-3	-11	-18	-25

Figure 9 : Température équivalente en fonction de la température réelle et de la vitesse du vent.

Enfin, nous prenons également en compte le degré d'ensoleillement, c'est-à-dire la présence ou non et l'importance de la couche nuageuse dans le ciel. En effet, les rayons du soleil arrivant sur notre peau, ou l'alternance entre des zones ombragées et des zones ensoleillées, sont des perceptions qui relèvent entre autres du domaine tactile.

L'ensemble de ces facteurs météorologiques est noté lors de la réalisation de chacun des parcours commentés.

3-3. L'entretien post-parcours

Certaines thématiques proposées dans le protocole de base par Jean-Paul Thibaud ont été mises de côté, et d'autres rajoutées, pour que l'entretien puisse correctement cibler ce qui relève de la modalité tactile. Ainsi, nous demandons aux participants:

- de citer les moments du trajet remarquables pour eux sur le plan tactile, et les raisons qui font qu'ils sont remarquables.

- de rappeler l'ensemble des sensations tactiles dont ils se souviennent, et ce qu'elles suscitent chez eux (qualités, sentiments, analogies avec d'autres lieux).
- d'expliciter la relation entre leurs perceptions tactiles et leurs choix de cheminement, en fonction des différentes alternatives de trajet possibles.
- de préciser le degré et les raisons de fréquentation des différents lieux traversés.
- d'estimer l'importance qu'ils accordent au toucher lors d'un déplacement dans un espace public urbain, par rapport aux autres sens.
- s'ils fréquentent ou évitent spécifiquement certains lieux de Grenoble en raison des propriétés tactiles qu'ils recèlent.

L'intégralité de l'entretien est réalisée sans le support d'un plan de la ville, pour contraindre les personnes à faire appel à leurs souvenirs et à verbaliser la localisation des espaces. Nous espérons ainsi que la remémoration d'un élément fasse resurgir des perceptions tactiles omises, celles-ci arrivant souvent à la conscience plus difficilement que d'autres perceptions sensibles comme nous l'avons déjà dit. Pour le détail des questions de l'entretien, voir Annexe 2.

Pour finir, les informations personnelles demandées aux participants sont plus poussées, prenant en compte le sexe, l'âge, la profession, la situation familiale, la familiarité avec Grenoble (durée depuis laquelle ils y habitent), et, pour ceux qui ont une déficience visuelle, le temps depuis lequel ils en sont affectés. Pour le récapitulatif des parcours, voir Annexe 3.

ANALYSE DES DONNÉES

I – Procédure d'analyse

Une première lecture sur le terrain de nos hypothèses a pu être effectuée lors du recueil des données par les différentes méthodes décrites, mais elle n'est que partielle. Elle doit être complétée par une analyse approfondie de l'ensemble du corpus obtenu, guidée par les interrogations que nous avons formulées dans notre problématique afin de pouvoir y répondre. L'objectif de cette analyse est donc de mettre en évidence l'influence de la modalité tactile sur le déplacement du piéton d'une part, et de déterminer la manière dont cette modalité permet de catégoriser des espaces par rapport au déplacement d'autre part.

Conformément aux exigences énoncées lors de l'exposé des méthodes employées, nous devons en outre étudier de manière croisée l'ensemble des données qualitatives et quantitatives, issues de différentes disciplines scientifiques. Les résultats provenant de la caractérisation physique des espaces, ceux issus de l'analyse de leurs qualités sensibles, et ceux découlant de l'examen des propos des participants (pour chaque individu, le parcours et l'entretien ont été analysés conjointement) doivent donc être mis en relation au terme de cette étude.

A cet effet, nous avons analysé le corpus de données en ayant recours à trois approches différentes :

- en fonction de la catégorie d'utilisateur : cela nous a permis de distinguer les spécificités d'usage de la modalité tactile selon les individus, et d'évaluer la place accordée au toucher parmi les autres sens par l'utilisateur selon son mode de déplacement.
- en fonction des composantes de la modalité tactile : il s'agissait de déterminer quelles étaient les perceptions qui relevaient de la sensibilité mécanique, de la sensibilité thermique, de la sensibilité douloureuse, ou celles enfin provenant de la sensibilité kinesthésique (ou proprioceptive).
- en fonction des types d'espace successivement traversés : nous voulions ainsi mettre en relation la morphologie et l'agencement des différents espaces avec la perception sensible de leurs qualités tactiles.

Le croisement de ces trois modes de lecture nous a permis de faire une analyse transversale des éléments émergents, pour pouvoir atteindre nos objectifs :

- déterminer les qualités tactiles de l'environnement qui entraînent chez l'utilisateur le choix d'un cheminement plutôt qu'un autre parmi les différentes alternatives qui s'offrent à lui.

- mettre à jour des figures tactiles qui renseignent l'individu sur la morphologie et les propriétés de l'environnement.

Notre plan est alors le suivant : la première partie rend compte de l'impact de certaines caractéristiques tactiles sur les conduites cheminatoires, via leur perception par l'utilisateur ; la seconde partie montre que les formes construites et les espaces peuvent être appréhendés comme des configurations sensibles d'ordre tactile.

II – Première phase : Perceptions des propriétés tactiles de l’environnement

Nous l’avons rappelé lors de l’introduction de notre étude, l’environnement urbain est principalement conçu par et pour la modalité visuelle. La raison d’une telle attitude provient du fait que la vue est considérée comme le seul sens efficace pour se déplacer dans l’espace public, autrement dit pour pouvoir lire cet espace, justifiant ainsi le foisonnement de signalétiques majoritairement visuelles. Les autres modalités sensorielles sont tenues pour quantité négligeable par les concepteurs et les architectes dans le processus de cheminement, ce qui a pour conséquence des aménagements de l’espace souvent difficilement déchiffrables pour elles. Or, la modalité tactile entre autres est indispensable à la réalisation de tout trajet, ne serait-ce que si l’on considère l’aspect moteur du déplacement. L’usager est en relation permanente avec son environnement, par le biais de son corps qui est toujours contenu dans un espace (quelles que soient la taille et la forme de cet espace), par l’intermédiaire de ses pieds en contact avec le sol, et parfois par ses mains qui lui permettent d’explorer et de manipuler les objets et les formes construites. Sur le plan du vécu, le citadin est donc amené à toucher l’espace dans lequel il se déplace, et par conséquent à avoir recours au moins en partie à ses perceptions tactiles, qu’il en ait conscience ou non.

Cette première phase d’analyse avait alors pour but de mettre en exergue les caractéristiques physiques de l’espace, perçues par la modalité tactile, qui participent d’une manière ou d’une autre au processus de déplacement du piéton. Nous avons voulu mettre à l’épreuve la validité des critères physiques descriptifs que nous avons retenus : dimensions des éléments, adhérence, état de surface (dureté, rugosité, irrégularités), rainures, et pentes. Les dimensions des éléments ont rarement été discriminées par le biais de la modalité tactile, car les participants n’ont jamais exploré les matériaux de manière fine : il ne nous a donc pas été possible d’étudier leur impact sur le déplacement. En revanche, d’autres facteurs influant sur les conduites cheminatoires sont apparus : les propriétés thermo-aérauliques de l’environnement, qui se sont révélées beaucoup plus prégnantes pour le citadin que nous ne le pensions. Elles constitueront la dernière partie de cette analyse.

Certaines de ces caractéristiques ont été plus mises en avant par des catégories d’usagers que par d’autres dans leur discours, en rapport à leur mode particulier de

déplacement (sans le recours à la vue, en rollers, en longboard, avec une poussette, ou ordinaire). Nous allons les exposer successivement, en précisant si nécessaire quelles catégories d'usagers sont les plus susceptibles de les percevoir, et quelles sensibilités tactiles sont mises en jeu.

1. L'adhérence

Se déplacer sur un support solide suppose un contact physique avec celui-ci, indépendamment du mode de transport. Ce contact met en jeu des forces de poussée verticales et horizontales de la part de l'individu, et des forces de frottement générées en réaction à la poussée qui sont fonction des propriétés du matériau et des traitements physico-chimiques qu'il a subis. L'adhérence permet ainsi de caractériser l'intensité des forces de frottement, et par là même de définir si un revêtement de sol est un support efficace au déplacement ou non. Un revêtement présentant une trop forte adhérence peut être source de fatigue chez l'utilisateur : comme il accroche beaucoup, il exige que soient déployés des efforts supplémentaires pour s'y mouvoir, il faut donc minimiser les contacts (soulever les pieds, faire de grands pas, etc.). A l'inverse, un revêtement faiblement adhérent ne nécessite pas d'effort particulier ; mais s'il est vraiment trop glissant, une attention plus grande est nécessaire, sous peine d'une perte d'équilibre de l'utilisateur, voire d'une chute. Le caractère adhérent ou glissant d'un matériau participe ainsi du sentiment de sécurité et d'aisance pour pouvoir se déplacer :

Participant n° 05 : *...ça glisse je veux dire, ça va mieux pour marcher quoi.*

Participant n° 02 : *Quand je marche comme ça, c'est une sensation qui est un peu euh, comment dire, ça tient pas du pilotage automatique mais pas loin, disons qu'on... ça peut être un signe d'alerte quand par exemple le sol devient glissant ou quelque chose comme ça.*

Participant n° 03 : *Ben pour moi, c'est, c'est plus doux comme ça, mais c'est moins rassurant, parce que plus glissant. Là si je prends un papier ou quelque chose, si c'est mouillé ou un truc comme ça, je vais plus avoir tendance à perdre l'équilibre sur un sol comme ça. Ben, les sols qui présentent une certaine adhésion sont plus rassurants pour moi.*

Participant n° 09 : *La gare, je dirais, m'a plus déplu, à cause de ce que je disais tout au long du trajet euh, du sol glissant, et ça j'aime pas de trop, j'ai la hantise de ça un peu.*

En rapport à cette dimension sécuritaire, l'utilisateur va devoir adapter son comportement en conséquence s'il ne veut pas perdre le contrôle. Une restriction des forces de poussée est alors nécessaire, qui va se manifester par une diminution de la vitesse de déplacement pour les usagers à pied, ou une conservation de la vitesse acquise sans recherche d'accélération pour les usagers en véhicule (rollers, longboard) :

Participant n° 01 : *...c'est vrai que je vais avoir tendance du coup, à, par exemple à ralentir quand je passe sur ces parties glissantes, parce que si je vais trop vite je sais que je me casse la figure. Par contre je retrouve une certaine vitesse parce que c'est plus confortable et que je suis, enfin, je suis rassurée quoi, je sais que là-dessus je vais pas tomber, donc je retrouve une certaine vitesse et un certain confort sur les parties qui sont plus adhérentes.*

Participant n° 04 : *Le carrelage lui, pour peu qu'il soit un peu trop propre, tu te vautres dès que tu essayes de pédaler (de donner des coups de patins).*

Participant n° 06 : *Sur le carrelage, souvent les chaussures elles glissent, donc tu, tu pousses pas trop fort parce que tu sens, tu sens dans la chaussure si ça commence à glisser ou pas.*

Le citadin peut également adopter une autre démarche d'approche : plutôt que de chercher à réguler sa vitesse en fonction du revêtement de sol, surtout s'il est perçu comme trop dangereux, il va tout simplement modifier sa trajectoire pour circuler sur des matériaux plus adhérents, et poursuivre ainsi son trajet de manière sereine :

Participant n° 10 : *Par exemple en hiver, ça m'est arrivé que ça m'a aidé à, à marcher quand il y avait de la neige. Donc même en hiver, ça me dérange pas d'y passer même si je sais que c'est peut-être pas, très joli à voir ou à marcher euh, mais je sais que son efficacité est plus euh, plus que son côté esthétique (passerelle sur la place de la Gare).*

Au travers des propos rapportés par les participants, le critère d'adhérence des sols a bien une validité perceptive pour les usagers, et constitue donc une caractéristique physique pertinente pour classer les revêtements de sol. De plus, nous avons pu constater qu'il y a peu

de divergence entre les usagers dans la manière de qualifier l'adhérence : les mêmes sols sont perçus comme glissants ou comme adhérents. Et la comparaison entre les niveaux d'adhérence de chaque matériau que nous avons répertoriés sur le terrain et la perception usagère de ces mêmes matériaux vient renforcer nos propos : même si les qualificatifs employés par les participants ne sont pas toujours aussi précis que ceux que nous avons établis (échelle en 6 points), ils s'en approchent grandement. Ce critère doit donc a fortiori être pris en considération par les concepteurs lors de la réalisation d'espaces publics.

Mais il se pose tout de même un problème pour la mesure du degré d'adhérence : en effet, celui-ci est très dépendant des conditions climatiques du site d'implantation du matériau. Un taux élevé d'humidité de l'air, la pluie ou encore la neige, sont des facteurs qui viennent affaiblir la qualité d'adhérence du sol. Dans les cas extrêmes, seuls les matériaux ayant de base une très forte adhérence peuvent encore se révéler praticables. Tous les autres, même ceux présentant une bonne adhérence par temps sec, n'offrent plus qu'une relative sécurité pour le déplacement, voire plus du tout :

Participant n° 01 : *...ce revêtement-là, en d'autres saisons, c'est euh, enfin c'est extrêmement casse-gueule. Là ça va qu'il fait un temps chaud, et plutôt sec, donc y a aucun problème. Bon, et en plus j'ai des chaussures qui glissent aujourd'hui, mais pourtant y a une, enfin on adhère quoi, y a une adhérence. Mais en d'autres saisons, enfin dès qu'il a plu ou qu'il pleut, en gros, moi, avec différentes chaussures aux pieds, le nombre de fois que j'ai manqué glisser alors que j'ai absolument aucun problème d'équilibre. Et notamment sur ces parties blanches là, c'est super dangereux.*

Participant n° 02 : *Quand c'est bien humide ici c'est très glissant, j'ai failli tomber plusieurs fois. Surtout un peu plus loin là-bas (dans l'avenue Alsace-Lorraine, après le cours Jean Jaurès).*

Participant n° 02 : *Quand il y a de la neige fondue effectivement sur ces dalles ça devient assez terrible.*

Participant n° 08 : *Alors ça, ça quand il pleut, alors c'est un casse-gueule, ça glisse, ou quand il fait froid en hiver.*

En définitive, l'adhérence d'un sol est une caractéristique déterminante dans le processus de cheminement, qui va orienter les comportements en vue de son bon déroulement. Il s'agit par ailleurs d'une propriété matérielle qui n'est perceptible que par l'intermédiaire de la modalité tactile, car elle requiert, pour son estimation par l'utilisateur, un contact physique avec le matériau, même plus qu'un simple contact : une pression mécanique dynamique. La propriété d'adhérence est donc une preuve en soi que le déplacement dans l'environnement entraîne une utilisation du sens tactile, dans sa dimension active. Pour être en mesure de se déplacer sans difficulté selon le niveau d'adhérence, l'utilisateur doit alors mettre en œuvre des savoir-faire sensibles tactilo-kinesthésiques.

2. L'état de surface : dureté, rugosité, irrégularités

L'état de surface d'un matériau est un critère beaucoup plus difficile à définir et à évaluer que le précédent : il comprend à la fois le degré de dureté, la rugosité, et aussi les irrégularités.

La dureté, ou la souplesse, sont des propriétés peu sujettes aux variations, qui ne sont modifiées qu'avec le temps qui passe, ou par un violent choc physique ou chimique. Pour un revêtement donné, elles sont donc perçues de manière unanime par les usagers, comme par les concepteurs. L'environnement urbain étant en très grande partie constitué de revêtements de sol durs, on peut alors penser que cet état de fait est implicite pour les usagers, que c'est une donnée qui va de soi. C'est en tout cas ce que nous avons pu constater : les matériaux durs n'ont en effet suscité aucune remarque particulière chez les participants quant à cette caractéristique. En revanche, la souplesse est immédiatement remarquée dès lors qu'elle fait son apparition dans le monde urbain, et appréciée, entraînant une modification du déplacement, car une recherche de contact :

Participant n° 04 : *...c'était super doux ça. C'est agréable en rollers, sauf que c'est tellement fin que tu peux pas y rester dessus quoi (matériau D2). Et euh, ouais t'es sur un tapis, t'es sur un tapis c'est super doux, mais bon, c'est pas praticable avec deux pieds. Mais juste le fait de rouler 3 mètres sur la bande en caoutchouc tu vois, c'est « hooooop, tiens là, je peux le faire, j'avance que de trois mètres mais j'ai le choix ». Ca c'est agréable.*

Participant n° 01 : *...de l'herbe, quelque chose de beaucoup plus euh, plus confortable où on a envie de s'installer, ou même d'enlever ses chaussures, enfin je parle toujours en restant à la belle saison.*

En revanche, la rugosité est une propriété beaucoup plus complexe, car elle opère à un niveau microscopique et à un niveau macroscopique, et elle peut être régulière ou irrégulière. La microrugosité peut aisément être évaluée par des méthodes physiques, mais plus difficilement pour l'utilisateur, car de trop petite échelle pour être estimée de manière fine. La macrorugosité est plus facilement perceptible par l'utilisateur de l'espace public ; par contre sa mesure physique sur le terrain est plus délicate, car elle met également en jeu les irrégularités du sol, causées entre autres par l'usure, les chocs ou les déformations de terrain. Nos relevés sur le terrain concernaient principalement la macrorugosité du matériau lui-même, avec des précisions sur les irrégularités lorsqu'elles s'avéraient fréquentes pour un matériau donné (elles sont beaucoup trop nombreuses et variables en taille et en forme pour être décrites précisément). Cependant, après un examen minutieux des propos des participants, nous avons constaté que ces différentes propriétés étaient loin d'être clairement distinguées, et qu'elles semblaient faire l'objet d'un amalgame au niveau perceptif, sinon au niveau descriptif et verbal. Les observations que nous allons faire ne tiendront donc pas compte de l'échelle de rugosité que nous avons établie, et concerneront indifféremment la rugosité et les irrégularités des matériaux.

On retrouve là encore l'aspect sécuritaire du trajet, évoqué par la population des déficients visuels, qui doivent porter une attention soutenue aux différentes textures perçues au sol. D'un côté une faible rugosité va justement leur permettre de se décharger en partie de cette attention et faciliter le déplacement, de l'autre côté une forte rugosité se révèle un atout pour la signalisation des dangers (dispositifs podo-tactiles) :

Participant n° 11 : *C'est vrai que de marcher sur des endroits lisses, c'est agréable, dans le sens où on est sûr qu'on va pas trébucher, c'est évident que par rapport à un endroit pavé, c'est pas trop mal. Sur des pavés, on va faire plus attention que par rapport à sur du lisse.*

Participant n° 07b : *Si on marche sur du carrelage, pour nous c'est peut-être plus... ça motive à marcher plus vite des fois quand c'est lisse.*

Participant n° 07b : *Mais ce trottoir il est pas protégé en tout cas. Y a pas une bande euh, d'éveil là, pour dire qu'on va traverser la route. On sent rien sous les pieds.*

Mais en fait c'est surtout le contraste entre les textures qui va être une source d'information sur le cheminement à suivre, ou sur le franchissement d'un espace à un autre, modifiant ainsi la conduite du déficient visuel :

Participant n° 11 : *Je trouve ce qui est intéressant dans le toucher c'est qu'on peut jouer avec le granulat, et la différence tactile au pied justement parfois pour indiquer des chemins. Admettons on doit suivre un chemin, si ce chemin on nous le met tout en granulé, et que ailleurs c'est du lisse, et ben on va suivre le granulé, et pis le moment où on va un peu dévier qu'on va tomber sur du lisse, pouf on va pouvoir reprendre notre direction.*

Participant n° 07a : *On va ralentir, c'est au changement d'aspérité, du sol. Mais quand on sait que, par exemple si on est sur des dalles, si on sait que les dalles ça va continuer pendant un bon bout de temps, un bout de chemin, ben on marche comme si euh... Mais par contre, si y avait brusquement un changement d'aspérité, là on va marquer un petit temps d'arrêt.*

Pour les autres usagers à pied, la perception de la rugosité n'apparaît pas comme un facteur déterminant dans le déplacement, tant qu'elle reste relativement régulière. Mais si les irrégularités se font trop importantes (bosses, creux), elles suscitent alors un comportement d'évitement. Cependant, les usagers dont nous parlons à présent sont en pleine possession de leur vue : l'évitement est certes dû à la perception d'une propriété tactile du sol, mais par le biais de la modalité visuelle. Pour résumer l'attitude des usagers voyants à cet égard, nous citerons les propos suivants :

Participant n° 09 : *Là pour le trajet je faisais attention mais, d'habitude c'est plutôt ma vue qui me guide à pas aller dans les endroits irréguliers.*

Il se détache tout de même un sous-groupe parmi cette population, constitué par les personnes se déplaçant sur roues (cyclistes, rollers skaters, etc.). Pour cette catégorie d'utilisateurs, la rugosité et les irrégularités des matériaux sont beaucoup plus perceptibles, car elles sont ressenties par l'ensemble du corps qui entre en résonance avec le véhicule. De ce fait, leur déplacement va être orienté par la recherche d'une meilleure planéité, et les

possibilités de cheminement seront du coup restreintes. Cependant, les opinions diffèrent quant à l'impact des différents modes de transport sur l'inconfort éprouvé, sans doute en raison du degré de familiarité avec les types de véhicules :

Participant n° 06 : *Des fois entre les passages quand y a une route qu'est pourrie et que t'as un endroit qu'a été un peu refait pour une tranchée, et ben tu passes d'une tranchée à l'autre.*

Participant n° 04 : *Je dirais le problème du roller, c'est les roues. Parce que là c'est toujours du dur, donc la moindre aspérité, le moindre grain, tu le sens. Alors que quand tu es à vélo, tu passes partout quoi. C'est une autre dimension. Donc l'avantage en vélo, c'est que tu vas partout.*

Participant n° 06 : *...en vélo t'as pas cet inconfort au niveau du revêtement parce que, t'as les pneus qui absorbent ces vibrations et euh, ces aspects de texture.*

Participant n° 01 : *J'étais juste en train de me dire que quand je me déplace en vélo par contre, le toucher je pense là a plus de place en fait dans ce qu'on peut percevoir euh, dans un déplacement. Il me semble qu'on est plus euh, plus directement, parce que là pour le coup, c'est pas seulement les pieds ou les mains ou la peau, c'est vraiment tout le corps qui ressent euh, ben tout simplement les irrégularités du sol.*

Nous avons fait le choix de procéder à une évaluation d'ensemble de l'état de surface des matériaux, ce qui nous semblait judicieux et permettait de réduire le nombre de critères physiques pour décrire les sols. La solution qui consisterait à faire la distinction entre les propriétés matérielles que nous avons incluses dans ce critère (dureté, rugosité, irrégularités) n'est pas forcément la meilleure : même si la dureté peut être mise à part, les deux autres ne sont pas perçues aussi distinctement par les usagers, comme nous l'avons exposé.

Quoiqu'il en soit, ces trois propriétés jouent un rôle dans l'élaboration du cheminement, ensemble ou séparément. Et même si elles sont bien souvent appréhendées par le biais de la modalité visuelle, elles font référence à des perceptions tactiles en mémoire chez l'utilisateur, et induisent des modifications dans le déplacement.

3. Les rainures (espacements entre les éléments)

Lorsqu'on parle de rainures, cela ne concerne évidemment que les matériaux modulaires (pavés, dalles) ; les enrobés, coulis et asphaltes sont faits d'un seul bloc, et ne présentent pas d'espace de séparation en leur sein. Les rainures ont globalement été commentées par l'ensemble des participants, même si certains groupes se sont montrés plus sensibles à leur sujet : il semble là encore que le mode de déplacement joue un rôle prépondérant dans l'impact des rainures sur le cheminement.

A travers leur canne, les déficients visuels perçoivent les rainures de manière accentuée, car contrairement aux pieds, la canne pénètre dans les interstices entre les éléments. Cela se révèle un handicap et la perception tactile du sol s'en trouve perturbée, car ils doivent réussir à faire abstraction de ces indices tactiles non pertinents pour leur déplacement, ce dernier pouvant alors subir un ralentissement :

Participant n° 08 : *Les rues piétonnes, c'est embêtant parce que la canne elle fait qu'à, à rogner dans les rainures là de, c'est tout dallé.*

Participant n° 03 : *Si je devais avancer à la canne là-dessus... (elle lâche mon bras et commence à avancer seule avec sa canne, lentement). Je peux faire comme ça et me dire c'est pas important... Et en fait, ça peut être très important, parce que ça va être le début d'une marche, ou un truc comme ça. Voilà, je fais comme ça, voilà, je tape là hein. Il faut que sache que ici, c'est pas important (sa canne bute dans les rainures du matériau T3), mais quelquefois ça peut être un mur, ça peut être euh... Vous voyez quand elle se bloque comme ça. Donc c'est sûr qu'une lecture de la canne sur un sol comme ça.*

Les usagers sur roues sont eux aussi mis en difficulté par les rainures, mais tout dépend de la taille des espacements et de leur rapprochement (qui est fonction de la taille des éléments modulaires). Dès qu'elles sont perçues comme trop grandes et/ou trop proches les unes des autres, la réaction comportementale consiste très souvent en un évitement : soit un évitement des rainures elles-mêmes si cela est possible, soit un évitement de la zone où elles sont situées :

Participant n° 04 : *Tu passes pas sur les rails en roulant en fait, tu les enjambes. Les rails c'est bien pour les trams c'est tout.*

Participant n° 04 : *Tu vois là, j'étais sur les petites briquettes pavés du tram, et c'était tellement chiant que je suis redescendu sur la rue.*

Participant n° 06 : *Ca c'est le, le dallage en béton grenoblois, super difficile pour les skateboards parce que, voilà ça, ça claque, tu le sens dans les pattes. Autant y a des vibrations, que tu sens pas, enfin tu sens que ça vibre, mais là ça fait comme si on donnait des coups de marteau à contresens, t'as l'impression que ça hache un peu le déplacement. Donc euh, c'est pas le revêtement que je préfère, en général on évite de passer là-dessus.*

Bien que les usagers ordinaires se soient exprimés à propos des rainures, cela consistait généralement en une simple description perceptive, qui était même basée dans certains cas sur leurs perceptions visuelles. Les liens entre le déplacement de cette catégorie d'usagers et la perception des rainures n'ont donc pu être établis de manière claire. Seule une participante a fait mention d'une attitude d'évitement des zones rainurées, mais dans un cas particulier, le déplacement non pas sur roues, mais avec roues :

Participant n° 10 : *Quand je marche, toute seule, je marche sur les pavés, quand j'ai des bagages je préfère de marcher juste à côté, là où il y a l'asphalte, parce que justement, ça m'évite de passer plus d'énergie pour pousser la valise.*

Pour résumer, il apparaît là aussi que c'est souvent la modalité visuelle qui permet d'appréhender les propriétés tactiles, car tout comme la rugosité ou les irrégularités, les rainures sont perceptibles à la fois par la vue et le toucher. Et nous savons bien comment la plupart des voyants se comportent devant un tel choix. Mais il est tout de même intéressant de remarquer que les espacements entre éléments engendre globalement des réactions plutôt négatives, et un contournement des zones impliquées, en tout cas en ce qui concerne les déficients visuels et les rouleurs. Les usagers voyants à pied semblent faire peu de cas des rainures, et si elles influent sur leur déplacement, ils n'en ont pas fait part et cela n'a pas été observé non plus.

4. Les pentes et dénivellements

Les pentes désignent les changements de niveau du sol qui sont progressifs, continus, alors que les dénivellements renvoient aux différences de niveau brusques du sol, en à-pic (trottoirs, trous). Pour les catégories d'usagers que nous avons interrogées, les pentes descendantes induisent généralement une augmentation de leur vitesse de locomotion. A l'inverse, les pentes ascendantes tendent à freiner leur progression. Bien sûr, ces altérations de la vitesse de déplacement restent relativement faibles, sauf en ce qui concerne les usagers sur roues, pour qui les pentes descendantes entraînent une accélération conséquente. La perception de l'importance d'une pente nécessite pour l'utilisateur d'utiliser ses compétences tactilo-kinesthésiques. Nous ne réfutons pas le rôle que peut jouer la modalité visuelle dans l'estimation de la pente. Cependant, au moment précis de la gravir ou de la descendre, l'individu a indéniablement recours aux informations d'ordre tactile, indispensables pour la réalisation correcte du déplacement. Ces informations lui sont transmises non seulement par ses pieds et ses jambes, mais aussi par l'ensemble de son corps, dont la posture peut aussi s'en trouver modifiée :

Participant n° 05 : *Il semble que ça descend un petit peu quand même, parce que j'arrive à marcher plus vite. Ben ça y est, là ça s'est calmé là. [...] Si c'est pas trop dur on ralentit pas, mais si c'est un peu dur, ben on lève le pas.*

Participant N° 10 : *... (elle ralentit pour monter la rampe extérieure) tout de suite ça, ça me coupe la, la vitesse là que j'ai eu, parce que en général, on est toujours pressé pour partir, ou pour rentrer à la maison une fois qu'on rentre du voyage, et ça ça me coupe euh, le rythme de ma démarche.*

Participant n° 12 : *Une petite pente, ascendante (il se penche légèrement en avant). Une petite montée de niveau.*

Notre terrain d'étude ne présentait aucun dénivellement de trottoir, c'est pourquoi nous n'en avons pas fait mention auparavant. Mais leur absence a justement suscité certains commentaires de la part de la population des déficients visuels. Les dénivellements de trottoirs participent en effet de leur déplacement, car ils leur permettent de déterminer leur

positionnement dans l'espace public, surtout par rapport à la chaussée. Leur émergence dans le champ perceptif tactile des déficients visuels engendre alors chez eux une conduite motrice spécifique. Lorsqu'il n'y a aucun dénivellement, le déplacement se fait hésitant, car le repérage dans l'espace est plus difficile :

Participant n° 07b : *On se rend compte par exemple avec la canne, si on touche un truc qui monte, ben, on sait qu'y a un trottoir, donc on fait comme ça avec la canne (il positionne sa canne verticalement devant lui, comme si elle reposait sur un trottoir, et mime le geste effectué pour monter un escalier ou un trottoir).*

Participant n° 11 : *Ce qui m'a gêné par exemple, au niveau tactile, c'est par exemple quand on était dans la rue, où y avait pas du tout de dénivelé, en fait tout était au même niveau, la route et le euh, et les passages enfin, les passages pour nous quoi, les trottoirs, parce que là tu vois on arrivait sur les routes, je le savais pas quoi, et y avait rien du tout au sol pour nous l'annoncer.*

On constate que la perception des pentes agit plus particulièrement sur la vitesse du déplacement piétonnier et l'attitude corporelle. Monter ou descendre une surface inclinée nécessite ainsi le recours à la modalité tactile, par l'intermédiaire des perceptions tactilo-kinesthésiques une fois de plus. Nous pensons qu'ici la modalité visuelle permet surtout de déterminer à l'avance les schèmes moteurs qui vont être nécessaire au franchissement des pentes, mais la réalisation effective de l'acte ne peut se passer des informations kinesthésiques. Quant à la perception des dénivellements, elle sert surtout de repérage dans l'espace pour les aveugles et les amblyopes, mais elle induit un mouvement particulier avec la canne pour pouvoir les franchir.

5. Les propriétés thermo-aérauliques

Nous ne pensions pas au départ développer ce thème. Or, nous avons constaté, au cours des parcours et dans les paroles des participants, que les caractéristiques thermo-aérauliques de l'air ont souvent un effet sur le déplacement des individus. Ces propriétés mettent en jeu la température de l'air et la force du vent, qui, comme nous l'avons expliqué, déterminent ensemble la température ressentie ou température équivalente. Nous incluons

également dans cette catégorie le rayonnement solaire, car en arrivant au contact de la peau il fait appel à la sensibilité à la chaleur : la différence entre l'ombre et la lumière est ainsi à l'origine de perceptions tactiles d'ordre thermique. Mais cela dépend des conditions météorologiques et des saisons. En période chaude (période à laquelle se sont déroulés les parcours commentés), les zones ombragées attirent vers elles la plupart des usagers, qui cherchent à se protéger du rayonnement mais surtout des perceptions dont il est responsable. Une exposition prolongée au soleil est néfaste pour la peau, et peut entraîner des perceptions tactiles douloureuses : c'est de cela dont les individus veulent se prémunir. Le cheminement des usagers est alors en fonction des zones situées à l'ombre ou au soleil :

Participant n° 01 : *Les grosses artères où on est en plein cagnard, c'est difficile. Donc en fait c'est vrai que souvent je vais zigzaguer dans tous les sens pour pouvoir euh, passer d'un arbre à l'autre. Donc là c'est vrai qu'ici c'est bien, c'est aussi confortable parce qu'y a pas, bon pour trois mètres c'est pas grave quoi. On retrouve de l'ombre très vite, et moi je trouve ça assez agréable.*

Participant n° 01 : *Donc là voilà, c'est typique euh, des grands espaces comme ça, les parvis devant les gares, ou devant des grands bâtiments, c'est vrai que là, on est en plein soleil. Et quand on est au printemps ou quand on est en été, « han », c'est particulièrement pénible (elle se dirige tout de suite vers les auvents après avoir dépassé la pelouse).*

Participant n° 02 : *Les conditions climatiques font qu'il fait très chaud. Donc j'ai plutôt euh, tenté de rechercher l'ombre après les passages au soleil. Voilà, donc notamment à la sortie de la gare, j'ai un peu accéléré l'allure pour aller sur la droite de l'avenue Alsace-Lorraine qui était ombragée, grâce aux arbres qui sont dans cette rue.*

Participant n° 09 : *Je préfère l'ombre. Parce que le soleil euh, ça m'aime pas, voilà (en montrant la peau de son bras). Donc moi j'ai l'habitude de passer à droite, c'est plus souvent à l'ombre quand j'y passe.*

La recherche des espaces aérés, au sens où l'air circule, induit aussi des modifications dans le déplacement. L'utilisateur inclura volontiers dans son trajet certains espaces publics ou certaines rues qui permettent cette circulation de l'air, car la température ressentie aura tendance à être plus faible que la température réelle de l'air :

Participant n° 01 : *Comme ce que je disais tout à l'heure, ce que j'aime c'est qu'y a un petit d'air dans cette rue, dans l'avenue, ça fait passer le soleil c'est pas mal, ça adoucit la chaleur et euh, et en termes de contact c'est pas désagréable.*

Participant n° 09 : *La place Schuman avec le vent moi ça me donnait envie d'y rester quoi, j'aime bien donc euh, je trouvais ça agréable. Donc on a, on a démarré doucement le trajet.*

Cependant la force du vent ne doit pas être excessive, car dans ce cas il est responsable de perceptions tactiles désagréables : difficultés de respiration, forces contre lesquelles il faut lutter ou se retenir pour avancer (en fonction de la direction du vent). Les espaces trop exposés au vent ont alors tendance à rebuter les individus, qui évitent ces lieux. Un vent vraiment très violent peut même stopper net la progression de l'utilisateur :

Participant n° 01 : *... (le vent se met à souffler fortement). Et là ça souffle bien, là encore (elle rentre sa tête dans ses épaules). On est presque euh, un peu, enfin ça fait suffoquer un peu, enfin je vois les gens en général ils aiment pas trop. Trop de vent dans le nez c'est vrai que ça, ça fait un peu suffoquer, en général ils cherchent leur respiration, ils peuvent plus trop... Et puis même, ça fait un peu de pression sur les oreilles.*

Participant n° 04 : *Les jours où tu as le vent du nord et que ce soit à vélo ou en rollers, tu le sens. Alors est-ce que c'est vraiment du tactile j'en sais rien, en tout cas tu, tu pédales pas pareil, tu vois tu forces, t'as l'impression que ça monte quand t'es contre le vent.*

Participant n° 06 : *Y a des fois t'as du vent du nord et ben, y a des endroits où tu passeras pas, tu passeras par un autre chemin, où tu subiras moins le vent du nord. Parce que c'est fatigant quand, si tu remontes le long du tram au niveau du Cargo, cette ligne droite, elle paraît interminable, parce que tu pousses et, t'avances pas, ce qui fait que t'es tout le temps en train de pousser, t'as l'impression de courir sur place. Alors euh, t'essaies tout de suite de changer de direction et, prendre le vent un peu de travers.*

Participant n° 07a : *... (violente rafale de vent). Ouh là, alors là. Là y en a du vent hein. (ils s'arrêtent tous les deux et se retournent pour avoir le vent dans le dos).*

Les caractéristiques de température, de vent et de rayonnement solaire, perceptibles par l'ensemble du corps, ont donc des conséquences sur le trajet emprunté par l'utilisateur. Celui-ci va plutôt choisir de traverser des espaces ombragés, du moins en période chaude, et où le vent vient adoucir la température ressentie. Lorsque ce vent est trop intense, les espaces en question seront plutôt évités, car il devient une entrave au bien-être et au déplacement piétonnier.

6. Conclusions

Les différents critères physiques de définition des sols que nous avons déterminés ont tous un impact sur les conduites cheminatoires des usagers, ou au moins sur une partie de la population : les réactions induites peuvent concerner la vitesse de déplacement, l'itinéraire emprunté, l'attitude corporelle ou encore la gestuelle. Cet impact n'est pas toujours de même intensité, et peut dépendre du mode de déplacement employé par le citoyen. Ainsi, la perception tactile des rainures affecte plus particulièrement les usagers sur roues et les déficients visuels, handicapant significativement leur progression lorsqu'elles sont trop larges et trop nombreuses. Il en va de même pour la rugosité des matériaux lorsqu'elle est trop élevée (macrorugosité). La dureté est un indice perceptif qui n'intervient que lors de la détection de matériaux souples, visiblement recherchés. Concernant les irrégularités du sol, la question est plus délicate. Perçues visuellement, les zones trop irrégulières sont inmanquablement contournées par l'utilisateur. Si elles ne le sont pas, leur perception par le biais de la modalité tactile (podo-tactile) entraîne alors un désagrément, et une altération du cheminement : ralentissement ou changement de trajectoire. Les pentes, selon qu'elles soient ascendantes ou descendantes, induisent respectivement une décélération ou une accélération de l'utilisateur, et parfois une inclinaison du buste. L'adhérence détermine largement la vitesse moyenne de déplacement, en jouant sur le maintien de la stabilité du corps et l'intensité des efforts fournis. Enfin, les propriétés thermo-aérauliques des sites interviennent sur tous les aspects du cheminement : vitesse, trajet, attitude corporelle et gestuelle.

Même si la validité perceptive de nos critères n'est pas clairement établie pour chacun d'entre eux, nous pouvons tout de même constater que les perceptions tactiles ont un rôle non négligeable dans l'élaboration du cheminement. Toutes les sensibilités tactiles sont d'ailleurs mises en jeu, conjointement ou séparément suivant les propriétés concernées. La sensibilité mécanique, indissociable de la kinesthésie dans le déplacement, participe de la perception de

l'adhérence, de l'état de surface des matériaux, des rainures et des pentes. La sensibilité thermique, parfois combinée avec la kinesthésie et la sensibilité mécanique (dans le cas du vent), permet d'appréhender les caractéristiques thermo-aérauliques de l'environnement. Et la sensibilité douloureuse intervient également, mais plutôt à titre préventif.

Nous pouvons donc affirmer que la modalité tactile participe des conduites cheminatoires de l'utilisateur dans l'espace public, et peut les infléchir dans certains cas. Bien sûr, les différents facteurs de modification que nous avons mis en avant n'agissent jamais de manière isolée dans un contexte de perception réelle. C'est leur combinaison qui au final va orienter l'individu dans son déplacement, selon ce qui lui apparaîtra le plus prégnant et le plus confortable pour lui. Cependant, il est à signaler que les perceptions haptiques manuelles ne se sont jamais manifestées dans le discours des participants, hormis pour les déficients visuels se déplaçant avec la canne. Elles ne semblent donc pas intervenir directement dans le processus de déplacement.

Enfin, et comme nous l'avons précisé à l'occasion, les perceptions tactiles ne sont pas seules responsables du comportement de l'utilisateur au cours de son trajet. Elles s'entremêlent avec les perceptions des autres modalités sensorielles pour déterminer sa conduite cheminatoire, notamment les perceptions visuelles pour ceux qui en disposent.

II – Deuxième phase : Figures tactiles des espaces urbains

La perception des espaces publics et leur compréhension, ainsi que l'effectuation du cheminement piétonnier en leur sein, s'appuient sur l'identification des formes construites. Celle-ci est réalisée au cours du déplacement à partir des perceptions sensibles de l'utilisateur à propos de son environnement, et notamment au travers de ses perceptions tactiles de l'environnement. L'utilisateur de l'espace public est un individu actif et sensible : toujours contenu dans un environnement, il agit dans et sur cet environnement. L'architecture est alors bien plus qu'une simple expérience matérielle : à travers l'étude des déplacements des usagers dans l'espace, elle apparaît comme une expérience sensible. Elle est donc déchiffrée comme une succession de configurations sensibles : elle constitue un ensemble qui met en forme et qui discrimine certaines ambiances spécifiques. Pour l'utilisateur, elle est vécue comme une combinaison située des différentes qualités sensibles des lieux, qui constituent des indices révélateurs de la morphologie urbaine. Notre étude s'intéresse spécifiquement aux qualités sensibles d'ordre tactile recélées dans les espaces publics, son objectif principal est donc la mise à jour de figures tactiles dans l'environnement, telles qu'elles peuvent être appréhendées au cours du déplacement de l'utilisateur.

Les figures tactiles que nous avons identifiées sont au nombre de quatre : pour chacune d'elles correspond une morphologie particulière du construit et des lieux spécifiques de la ville de Grenoble. Elles témoignent d'une compétence perceptive tactile du citoyen, mais aussi du potentiel d'ambiance de ces lieux. Cependant nous rappelons que les figures que nous avons pu caractériser ne sont pas toutes purement tactiles : certaines intègrent des éléments provenant des autres perceptions sensibles. L'identification des figures s'est faite au travers de l'analyse conjointe des données verbales, métrologiques et sensibles : la redondance des perceptions ordinaires a été confirmée par l'examen des caractéristiques physiques et du paysage sensible relevés sur les lieux. Chacune des figures que nous allons détailler sera illustrée par la présentation synthétique d'un des espaces construits qui participe de la définition de ces configurations tactiles.

1. Le tube

La première figure sensible que nous avons identifiée caractérise la perception d'un espace semi-fermé, tout en longueur, et dont le revêtement présente des caractéristiques matérielles combinant une rugosité très faible et une adhérence faible. On retrouve cette configuration dans le passage souterrain de la gare, en ne considérant que sa partie couverte (la partie découverte ne constitue qu'une petite portion du passage, côté place Schuman).

Cet espace est dit semi-fermé car il ne possède que deux ouvertures principales, situées chacune à une extrémité ; il dispose également d'ouvertures régulières sur les côtés, mais elles sont plus réduites et donnent sur les escaliers qui mènent aux quais des trains. Sa longueur bien supérieure à sa largeur en font un passage perçu comme relativement étiré, et bien qu'il soit de forme parallélépipédique, sa morphologie rectiligne donne l'impression de traverser un tube lorsqu'on s'y déplace. Mais cette métaphore ne tient pas qu'à ses caractéristiques géométriques. En effet, le carrelage qui recouvre le sol de ce lieu est tout d'abord perçu comme lisse ou très lisse, renforçant la perception d'un espace intérieur :

Participant N° 03 : *Y avait la partie souterraine qui était très lisse, alors c'est un confort en intérieur hein c'est sûr.*

Participant N° 07a : *...tu vois là c'est, c'est lisse là, le carrelage.*

Participant N° 07b : *Là, ça continue le carrelage. On sent que, on est sur un souterrain.*

Les mesures effectuées sur le terrain viennent confirmer les perceptions des participants. Les deux principaux revêtements de sol qu'on y recense sont en effet très lisses : matériaux G7 et G9. Nous avons aussi physiquement caractérisé ces matériaux comme étant faiblement adhérents, ou plus précisément glissants. Cette caractéristique a d'ailleurs suscité nombre de commentaires chez les participants, et parfois des conduites cheminatoires spécifiques comme frotter les pieds au sol. Ces matériaux ont ainsi été perçus comme glissants, voire très glissants :

Participant N° 01 : *Alors là c'est glissant aussi quoi, on peut s'amuser à euh, même à patiner avec ses chaussures selon ce qu'on porte aux pieds (elle fait quelques mouvements courts de glissades avec ses pieds sur le matériau G9).*

Participant N° 11 : *De nouveau là c'est tout lisse, oh c'est même glissant là, c'est, enfin c'est vachement glissant.*

Cet aspect de glissance est accentué par la présence d'une pente douce sur une dizaine de mètres, côté place de la Gare. Cette pente est descendante dans le sens qui va de la gare vers la place Schuman. Cette déclivité n'a pas manqué d'attirer l'attention des participants. La perception combinée de ces trois facteurs, lisse, glissant et pentu, entraîne chez l'utilisateur une accélération du déplacement dans le sens mentionné ci-avant, a fortiori s'il se déplace en véhicule (rollers, longboard) :

Participant N° 05 : *Ben le sol là, y descend maintenant hein. Et ça glisse.*

Participant N° 04 : *...tout le souterrain, et pis super lisse, avec une petite descente, ça fait, ça fait un schuss quoi.*

Participant N° 06 : *Le fait de rentrer dans un passage souterrain, de glisser un peu à l'intérieur, t'as vraiment une sensation intéressante. C'est un peu en pente, ça glisse tout seul, et ben le, le tunnel, t'as pas la même notion de longueur du tunnel, t'as l'impression qu'il est plus court comme tu vas assez vite.*

Cependant, en rapport à la dimension sécuritaire de l'adhérence, un sol perçu comme glissant peut également être perçu comme dangereux, du moins lorsque la vitesse de déplacement devient trop grande. De ce fait, le revêtement du souterrain présente un caractère assez ambigu pour les participants. Il est plus confortable que ce qu'on trouve généralement en extérieur, car il facilite la démarche et permet d'avoir une vitesse plus élevée, mais celle-ci ne doit pas dépasser une certaine limite, sans quoi la glissance devient glissade :

Participant N° 07a : *C'est vrai qu'y avait, des endroits où le sol c'était du carrelage, dans la gare. On trouve ça, enfin moi personnellement, je trouve que c'est mieux à marcher, c'est*

plus doux. Par contre en hiver, ça doit pas être marrant. Mais sinon c'est agréable de marcher là-dessus.

Participant N° 06 : *L'endroit le plus sympa, là sur le parcours, c'est le passage souterrain de la gare, où t'es en pente et ça roule bien. Le seul truc c'est qu'y faut prendre de la vitesse avant de partir pour pas avoir à pousser, parce que prendre de la vitesse là-dessus, quand tu pousses c'est comme quand t'es sur un passage piéton et qu'il a plu, si tu pousses en appuyant sur la bande blanche, tu te prends une vautre généralement, parce que ça accroche pas, et ben le carrelage ça fait exactement pareil. Par contre c'est vrai que euh, t'as des sensations qui sont vachement plus agréables.*

Participant N° 09 : *Donc là, je marche sur du carrelage, c'est pas mal, c'est, ben sol plus glissant. Mais agréable, y a aucun problème euh, au niveau de ces sensations. Mais pour ceux qui font du vélo ou qui courent comme ça (une dame court en sens inverse), ça peut être dangereux.*

L'image du « tube » nous paraissait ainsi résumer l'ensemble de ces caractéristiques : cet espace est ouvert à ses extrémités, il est uniforme car tapissé de carrelage au sol et sur les parois, lequel carrelage est à la fois très lisse et glissant, et de plus il est partiellement en pente. D'ailleurs, pour un sol glissant, plus l'inclinaison sera forte et plus le risque de dérapage sera élevé, exactement comme dans un tube. Par rapport à notre question du déplacement, cette figure tactile correspond à un espace qui rend le cheminement plus aisé, car ses matériaux ne sont pas agressifs mais au contraire doux, mais qui nécessite tout de même une attention plus grande en cas d'accélération pour ne pas perdre l'équilibre. En somme, le souterrain est un lieu de passage très fréquenté, et l'individu s'y déplace parmi le flot des usagers en se laissant couler si l'on peut dire. Le tube traduit également l'idée d'un espace qui réalise la connexion entre deux lieux différents.

Par ailleurs, d'autres perceptions sensibles viennent s'imbriquer avec les perceptions des qualités tactiles, et confortent cette image. En ce qui concerne la population des déficients visuels, la résonance présente en ces lieux est typique d'un espace fermé ou semi-fermé. Pour les autres usagers, la sonorité participe aussi de cette impression, mais ce sont surtout les aspects visuels qui interviennent. D'une part, la luminosité est plus faible qu'à l'extérieur mais diffuse, très homogène en raison des néons qui génèrent une lumière artificielle. D'autre

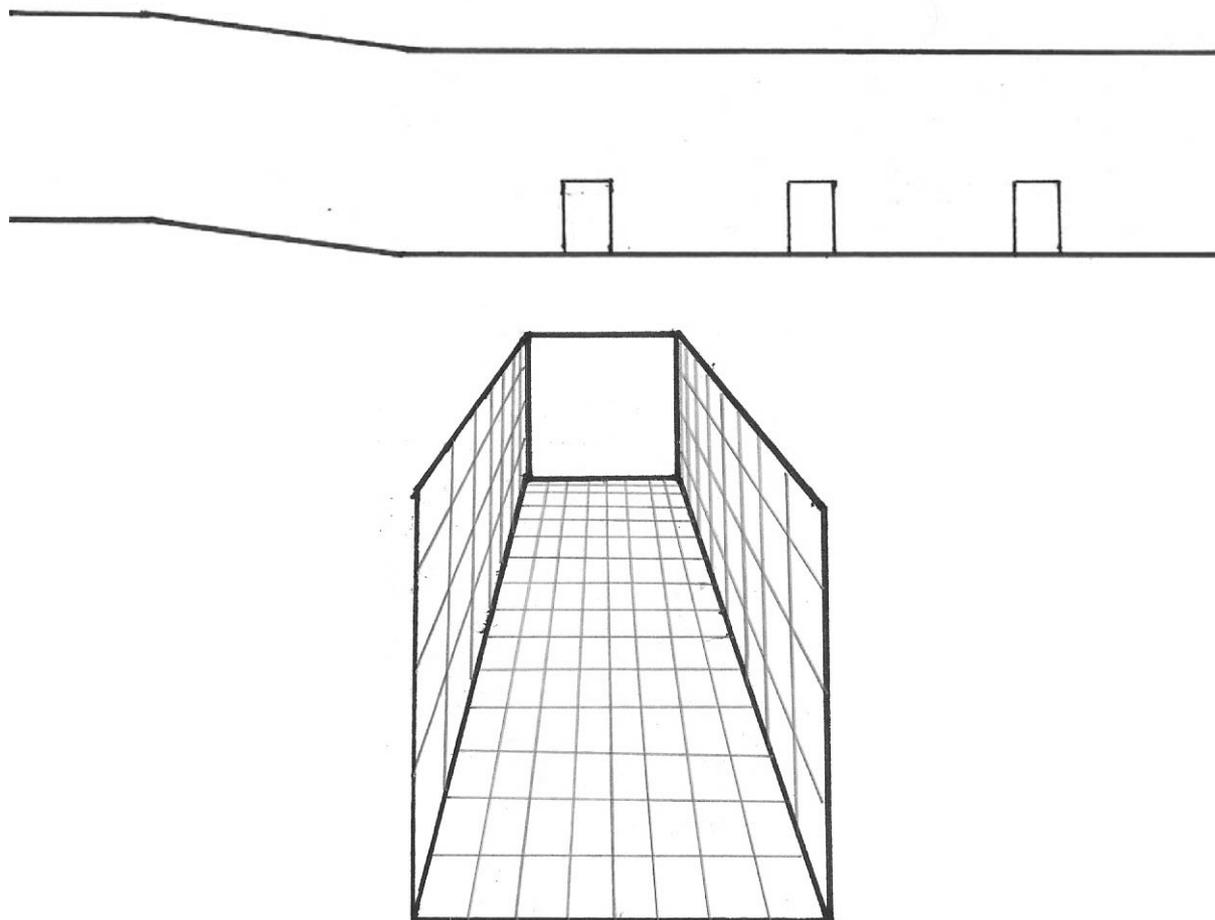
part, la perspective visuelle est unidirectionnelle, dans le sens de la longueur du passage. Ces éléments ont été évoqués par certains des participants :

Participant N° 05 : *Là, on descend dans la cave hein, parce que l'écho change là.*

Participant N° 02 : *Beaucoup de néons, pas de lumière naturelle.*

Le tube

Exemple du passage souterrain de la gare



Relevé du paysage sensible :

REVETEMENT	Carrelage très lisse et glissant sur le sol et les parois
SON	Résonance des pas et des voix, bruits des trains
LUMIERE	Lumière principalement artificielle (néons), diffuse
THERMIQUE	Parfois légers courants d'air
ODEUR	Ballast

2. Le couloir climatique

La seconde figure tactile que nous avons pu répertorier prend forme à partir de la perception des propriétés thermo-aérauliques de l'espace. Elle caractérise plus précisément l'appréhension, par l'usager, d'une ouverture dans le bâti, par l'intermédiaire de la température équivalente, de la force du vent et du rayonnement solaire. Ces trois caractéristiques ne doivent pas être systématiquement présentes pour engendrer une telle perception, au moins l'une d'entre elles peut suffire, mais l'effet en sera alors amoindri. Une telle figure a été repérée à de nombreux endroits sur le parcours, avec parfois quelques variantes. Sont concernés des espaces tels que l'avenue Alsace-Lorraine et la place Schuman, ainsi que le passage souterrain de la gare mais à moindre niveau.

Au cours du déplacement de l'individu, le passage devant un espace évidé par rapport au reste du construit se révèle par le biais de ses qualités tactiles. Nous appelons espace évidé, soit une absence totale de bâtiments sur une certaine largeur (une rue perpendiculaire), soit une percée au sein d'un bâtiment (un porche, un escalier reliant l'intérieur et l'extérieur). L'élément dominant qui permet d'appréhender cette configuration des formes architecturales est le vent, d'une part par la perception mécanique de son intensité (s'il est suffisamment puissant), d'autre part par la perception thermique de la température ressentie qu'il génère :

Participant N° 06 : *...c'est un endroit où y a des courants d'air, des filets d'air qui passent entre les bâtiments.*

Participant N° 07a : *Donc là, y a le vent. Il vient de la gauche là. Y a une rue c'est ça ?*

Participant n° 07a : *Pis de chaque côté euh, de chaque côté y a des escaliers par endroits, hop, là tiens.... Là on sent l'air là.*

Participant n° 09 : *...absence de vent, quand... quand on est caché par les habitations tout ça, mais dès qu'on, on s'approche des rues perpendiculaires à l'avenue... Là, voilà, là tu ressens le vent. Donc quand tu coupes une rue ça te montre un peu la direction du vent quoi. Voilà. Je pourrais pas te dire si c'est nord, est ou ouest, j'y connais rien, mais c'est dans le sens perpendiculaire à l'avenue quoi.*

Le vent est ainsi canalisé par l'organisation du bâti, comme contraint de circuler dans des veines. C'est le contraste entre l'absence de vent et son irruption soudaine sur la peau, en provenance d'une direction précise, qui permet à l'usager de percevoir la différence de densité au niveau des formes construites. Cet effet est d'autant plus prégnant pour l'individu que les espaces pleins se resserrent autour de l'espace vide, et que le vent souffle dans la direction de l'évidement, car l'intensité de ce dernier s'en trouve renforcée. C'est le cas par exemple pour les porches qui passent sous un bâtiment, comme il en existe sur la place Schuman :

Participant N° 01 : *Voilà, donc on arrive place Schuman. Voilà, donc euh, avec beaucoup de vent là, pour le coup. Mais vu la façon dont ça a été conçu c'est pas très étonnant. On sait bien que les dalles comme ça, c'est plutôt des coins plein de vent, et où les gens se sentent pas forcément paraît-il très à l'aise (le vent se fait entendre sur la bande son).*

Participant N° 02 : *Ce sont de grandes dalles euh, de pierre, toujours assez ventées.*

Comme nous le disions, une autre perception tactile vient parfois s'ajouter aux précédentes, celle liée au rayonnement solaire. Car le passage devant une rue ou un porche peut s'accompagner d'un contraste de luminosité, qui sera perceptible au niveau de la peau grâce à la sensibilité thermique. Cet élément ne se retrouve pas dans les cas de la place Schuman, très exposée au soleil, et du passage souterrain, dont la lumière est très diffuse. En revanche, il est présent pour ce qui est de l'avenue Alsace-Lorraine, en fonction du côté où se situe l'usager et de l'heure de la journée :

Participant n° 05 : *Là, le soleil on le sent d'un seul coup (au moment de couper la rue Crépu).*

Participant n° 07b : *Parfois on, c'est quand on traverse une rue des fois, on sent des rayonnements de soleil. Ça chauffe un peu sur la peau.*

La perception de la chaleur peut aussi être accentuée par le fait que les matériaux au sol exposés à la lumière du soleil ont une température plus élevée que ceux non exposés, donc ils renvoient une partie de cette chaleur vers le haut. Mais nous tenons à signaler que les effets du vent et du rayonnement n'entrent pas toujours en conjonction. En effet, si le vent est suffisamment puissant, il peut affaiblir ou annihiler la perception du rayonnement solaire, à

cause de son action sur la température équivalente. Cela ne remet absolument pas en cause la fiabilité perceptive de cette figure tactile, car il y a un phénomène de compensation si l'on peut dire : plus la force du vent est importante, moins le rayonnement solaire a de chances d'être perçu certes, mais plus le vent lui-même sera perceptible pour l'utilisateur. De plus, les rayonnements n'interviennent dans la perception du couloir climatique que si l'espace de circulation de l'utilisateur n'est pas déjà situé en plein soleil.

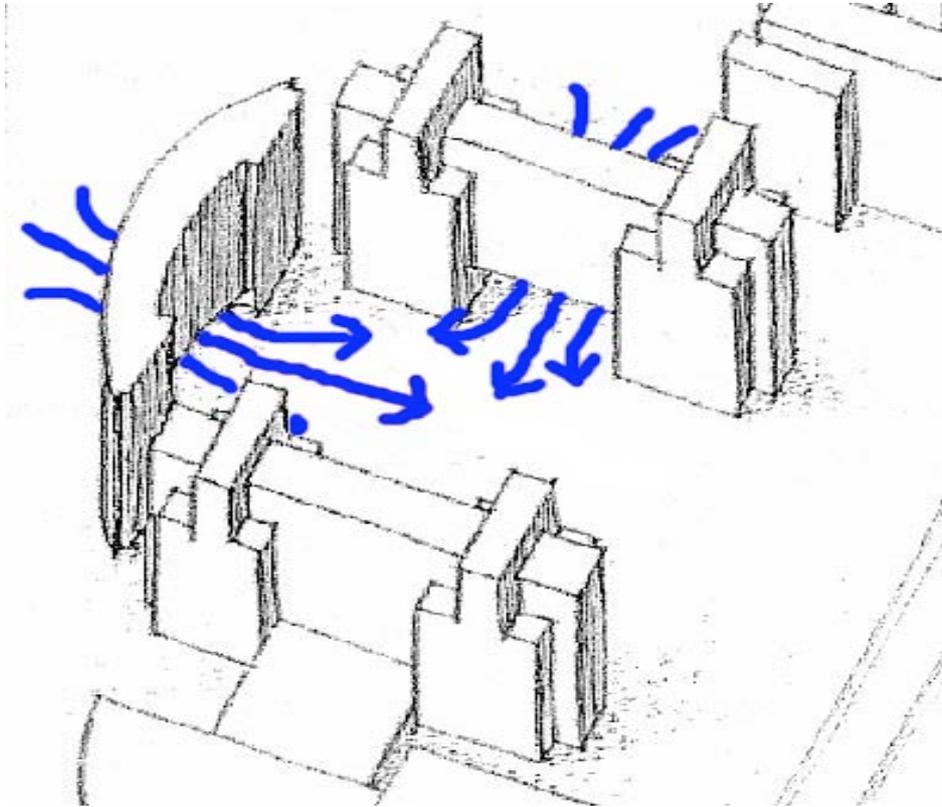
Si nous avons choisi le dénominateur « couloir », c'est parce qu'il illustre à la fois cette manière qu'a le vent de s'engouffrer dans des espaces vides en créant des courants, l'étroitesse de la zone lumineuse par rapport aux zones non exposées au soleil, et la morphologie architecturale qui engendre ces effets. Le terme « climatique » permettait de synthétiser la participation des trois propriétés thermo-aérauliques à la mise en forme de cette figure tactile. Au cours du cheminement piétonnier, la figure du couloir climatique permet au citadin de se repérer dans son environnement, de savoir qu'il passe devant un espace évidé, et donc de modifier sa trajectoire ou d'accélérer sa vitesse si nécessaire (s'il s'agit de la traversée d'une rue). Dans l'éventualité d'un vent puissant, celui-ci peut engendrer une gestuelle spécifique (se protéger du vent avec les mains, ou en se tournant de côté), voire une altération de l'allure (ralentissement en raison d'un déséquilibre corporel).

Comme pour la configuration précédente, les modalités auditive et visuelle viennent sans doute renforcer la perception de celle-ci. Pour les utilisateurs qui disposent de la vue, les ouvertures visuelles constituent un support évident à l'appréhension du couloir tel que décrit, même s'il n'en a pas été fait état par les participants. Pour l'ensemble des utilisateurs, l'existence d'un couloir est aussi perçue par un contraste au niveau de la sonorité, surtout chez les déficients visuels, car lors du passage devant une rue ou un porche, les sons sont perçus comme plus sourds :

Participant n° 11 : *Alors là j'ai l'impression qu'on retourne plus dans un espace plus large (au moment de couper la rue Denfert-Rochereau). J'entends les sons différemment, y a pas le même retour euh, sonore quoi.*

Le couloir climatique

Exemple de la place Schuman



(en bleu : rafales de vent)

Relevé du paysage sensible :

REVETEMENT	Grandes dalles de béton très rugueuses
SON	Les sons se perdent dans l'espace, ne sont pas répercutés
LUMIERE	Place très exposée au soleil, très lumineuse
THERMIQUE	Grandes rafales de vent arrivant par les porches
ODEUR	Pas d'odeur particulière

3. Le passage ombragé

Cette figure est elle aussi en lien avec les caractéristiques thermo-aérauliques des espaces. Cependant, elle n'intègre cette fois que les qualités sensibles propres au rayonnement solaire, perçues au moyen de la sensibilité thermique. Elle est particulièrement remarquable dans des lieux tels que l'avenue Alsace-Lorraine et la place de la Gare.

Le principe de cette configuration est simple : elle désigne la perception, au cours du cheminement, du contraste entre l'arrivée dans un passage protégé des rayons du soleil et une zone exposée au soleil que l'utilisateur vient de traverser. Autrement dit, l'individu perçoit une différence de température, d'une part en raison du rayonnement solaire qui n'entre plus en contact avec sa peau, d'autre part parce que les matériaux situés à l'ombre ne sont pas chauffés par l'exposition au soleil et dégagent moins de chaleur. C'est une figure tactile qui intervient dans le déplacement piétonnier au niveau de la trajectoire, car la plupart des usagers recherche des endroits plus frais, où la peau ne court aucun risque d'être endommagée (coup de soleil). Nous précisons qu'il ne s'agit pas ici d'une simple portion de l'espace qui est protégée du soleil, mais bien d'un « passage », donc en longueur : cela signifie que l'utilisateur peut cheminer plusieurs mètres en restant à l'ombre. Le choix de passer à un endroit plutôt qu'un autre sera alors déterminé par la présence ou l'absence de passages ombragés. Ceci est dépendant des conditions climatiques générales des lieux et des saisons : il est évident qu'une telle configuration sensible ne devient véritablement prégnante que lors des périodes chaudes, surtout en été :

Participant n° 01 : *Quand je le fais je passe plutôt plus à gauche que ce qu'on a fait, à gauche des jets d'eau là qu'on a vus, et ce qui permet d'avoir déjà l'ombre des arbres, et après ouais je rattrape le plus vite possible euh, les espèces d'auvents là euh, sous lesquels on est passé. Mais ça c'est quand c'est euh, par exemple quand y fait vraiment chaud quoi, et à des heures comme ça.*

Participant n° 02 : *Ah ben le trottoir à l'ombre, oui je préfère. La fraîcheur est bienvenue.*

Participant n° 12 : *Je cherchais de l'ombre pour respirer, trouver euh, je sais pas euh, un petit endroit frais comme ça.*

L'avenue Alsace-Lorraine, par exemple, a souvent été citée comme un lieu disposant de telles qualités. Elle présente en effet la particularité de contenir des bâtiments relativement élevés et des arbres le long des trottoirs. Il peut ainsi y avoir de l'ombre engendrée par l'écran formé par les immeubles, qui se déplace d'un trottoir vers l'autre au fur et à mesure de la journée ; les arbres eux aussi génèrent de l'ombre dont l'emplacement varie aussi quelque peu en fonction de l'heure, mais reste sur le même trottoir, les arbres étant moins hauts que les bâtiments. La place de la Gare également possède ces qualités grâce à la présence d'arbres ; par contre ce sont des auvents qui font office de barrière au lieu d'immeubles :

Participant N° 01 : *La saison étant ce qu'elle est en fait, c'est vrai que euh, ce qui est agréable aussi, je trouve sur cette avenue, c'est qu'elle est arborée, donc du coup euh, moi je suis assez sensible au contact du soleil, moi j'ai le teint plutôt clair, et c'est vrai que, en général, à cette heure de l'après-midi, et surtout au moment des premières chaleurs, je suis assez euh, je les crains pas mal.*

Participant n° 09 : *Moi j'ai l'habitude de passer à droite dans l'avenue. C'est plus souvent à l'ombre quand j'y passe, c'est le truc comme je t'ai dit que j'aimais plus l'ombre.*

La particularité de cette figure tactile est qu'elle est plus ou moins éphémère : le passage ombragé a tendance à se rétrécir ou s'allonger en fonction de l'angle formé par le soleil avec les bâtiments, les dispositifs (auvents) ou les arbres. Cet angle, nous l'avons déjà dit, dépend de l'heure et de la saison. Ainsi le passage ombragé généré en un lieu spécifique peut éventuellement disparaître à certains moments de la journée et réapparaître à d'autres, ou juste devenir très étroit.

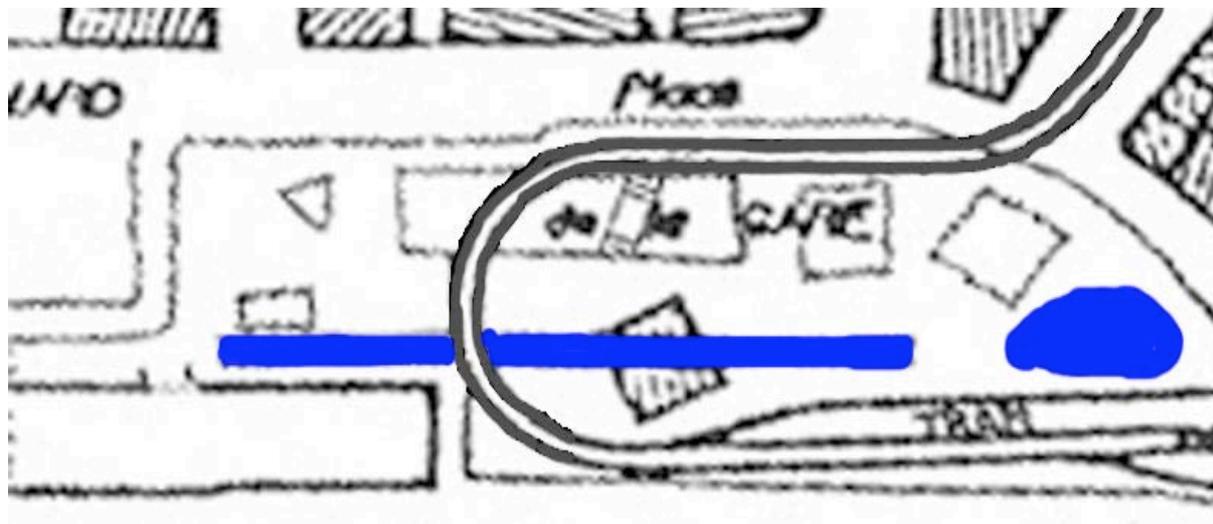
Là encore, la modalité visuelle vient consolider en quelque sorte le rôle joué par cette figure tactile dans le déplacement. En effet, la luminosité va de pair avec le rayonnement solaire : plus un espace est exposé au soleil (plus il reçoit de rayonnement), plus il est lumineux ; et inversement. Les participants ne se sont pas exprimés sur cette participation des perceptions visuelles, mais nous avons pu le remarquer dans leurs comportements. Certains possédaient des lunettes de soleil, qu'ils mettaient lorsqu'ils traversaient une zone ensoleillée, et généralement qu'ils enlevaient dès qu'ils arrivaient dans une zone d'ombre.

Pour finir, ce qui est intéressant avec cette configuration et la précédente (le couloir climatique), c'est qu'elles peuvent se renforcer l'une l'autre selon l'organisation du bâti. La

perception d'un passage ombragé est accentuée s'il est ponctuellement entrecoupé par des couloirs perpendiculaires qui laissent filtrer le rayonnement solaire. La réciproque est tout aussi valable.

Le passage ombragé

Exemple de la place de la Gare



(en bleu : ombres formées par les auvents à gauche, et les arbres à droite)

Relevé du paysage sensible :

REVETEMENT	Petits pavés autobloquants
SON	Rumeur de voix et de véhicules (autos, tram, bus) Fontaine vers l'avenue Alsace-Lorraine
LUMIERE	Place très exposée au soleil, très lumineuse
THERMIQUE	Long passage à l'ombre sous les auvents
ODEUR	Odeurs alimentaires (fast-food, cafés)

4. La zone pavée

Comme son nom l'indique, la dernière figure tactile identifiée sur notre terrain d'étude concerne les espaces dont le revêtement de sol est constitué de pavés et/ou de dalles de tailles relativement petites. Nous entendons par là que les dimensions des éléments modulaires sont perceptibles au niveau des pieds, en n'excédant pas le double de la longueur de ces derniers. Nous précisons ce point car cette figure met en jeu trois caractéristiques physiques que nous résumerons sous le terme « reliefs » : la rugosité des matériaux, les irrégularités causées par l'usure et les déformations de terrain, et les rainures entre les éléments. Conséquemment à l'explication précédente, la perception des rainures fait alors partie intégrante de l'identification d'une telle figure au cours du déplacement de l'utilisateur. Les espaces dans lesquels émerge cette configuration sensible sont l'avenue Alsace-Lorraine et la place de la Gare ; la place Schuman n'en fait pas partie à cause de la grandeur de ses dalles.

La première caractéristique concerne la perception podo-tactile des différents reliefs du sol. Les participants ont employé des qualificatifs très variés pour décrire cette perception, qui mêle les propriétés matérielles énumérées ci-avant :

Participant N° 02 : *Disons qu'il y a pas de relief euh, sévère. Mais d'un autre côté c'est pas parfaitement plat, non, ça on peut pas le dire. Y a une alternance de dalles.*

Participant N° 05 : *Ben au niveau du sol là oui c'est, c'est rugueux quoi. Y a une espèce de petite bosse euh... C'est un peu déformé le sol.*

Participant N° 09 : *Je trouve que c'est encore moins régulier les gros, les espèces de gros pavés, et plus abîmés. Surtout les grosses dalles foncées.*

Participant N° 11 : *Je sais pas, j'aurais toujours dit des pavés, en tout cas c'est pas très régulier j'ai l'impression, sous le pied ça fait des, ouais, ça fait des montées et des petites descentes.*

Participant N° 12 : *On sent les petits espaces qu'y a entre, entre les pierres quoi. Mais c'est pas gênant forcément.*

Les relevés que nous avons effectués à propos des caractéristiques des matériaux au sol corroborent les perceptions des participants. En effet, les cinq principaux matériaux qui correspondent à la présente figure tactile sont les suivants : T1, T2, T3, V1 et P1. Ils ont chacun une rugosité que l'on peut qualifier de positive : légèrement rugueux à rugueux ; sauf T2 qui est lisse, mais qui est le matériau le moins présent dans l'avenue Alsace-Lorraine. Les irrégularités sont relativement nombreuses, en fonction des matériaux. Et ils présentent tous des rainures assez larges et/ou profondes.

La perception podo-tactile du sol ne se limite à la détection des reliefs, elle permet d'appréhender aussi le fait que le relief global d'un espace peut être variable selon les endroits. En d'autres termes, les matériaux modulaires sont plus ou moins accidentés au cours du déplacement de l'utilisateur :

Participant N° 05 : *C'est plus lisse que tout à l'heure, y a moins de, ah y a des bosses un petit peu mais, pas grand-chose. Ça dépend des, remarquez ça dépend des moments.*

Participant N° 07a : *...ce qu'y a c'est qu'ils sont pas biens, on sent qu'ils sont pas biens, y en a des plus, plus enfoncés que d'autres, y en a qui dépassent un peu plus. Là, les pavés ils sont, on dirait qu'ils sont plus décalés là.*

L'impact d'une telle figure tactile sur le cheminement piétonnier concerne la dimension sécuritaire du trajet. Il faut en effet que l'utilisateur prenne conscience des matériaux sur lesquels il marche, ceux-ci présentant des reliefs très variés, s'il veut poursuivre son cheminement sans encombres. Ce qui a pour conséquence un déplacement plus prudent, soit ralenti pour éviter les chocs, soit nécessitant des efforts attentionnels :

Participant N° 07a : *On sent bien que euh, ils sont pas bien joints comme il faut, y en a qui sont plus hauts que d'autres. Mais tant que le pied il accroche pas dans les pavés ça va.*

Participant n° 11 : *Là c'est des pavés, mais des pavés qui sont mal joints. Donc là c'est vrai qu'on risque de donner des coups de, de devant du pied et trébucher.*

Participant N° 12 : *Les pavés, c'est pas qu'ils gênent un petit peu mais euh, on sent que ça, qu'on utilise nos pieds quoi, sous les pieds on sent les, on va pas dire les obstacles, mais les petites différences de niveau.*

De tels revêtements de sol participent de la caractérisation des espaces qui en sont recouverts : les « zones pavées » sont toujours des espaces réservés au trafic piétonnier, que ce soient des rues ou des places telles qu'on en trouve sur notre terrain. Les perceptions podotactiles des citadins sont ici immédiatement associées à la fonctionnalité même de ces espaces, et font également référence au style architectural que l'on peut y remarquer :

Participant N° 11 : *Ben, les pavés ça me rappelle, oui, certainement euh, spécifiquement les rues piétonnes, ça c'est assez typique quand même.*

Participant N° 12 : *Les pavés, tout ça, même avant Alsace-Lorraine, sur la place avant, ça donne un côté, pas rustique mais vieux, vieux on va dire. Enfin les pavés, tout ça, ça colle avec le style de l'avenue on va dire, c'est ça. Ça donne un petit côté historique.*

L'environnement dans lequel se déplace l'utilisateur est donc appréhendé comme un espace de promenade, de détente, où il a une totale liberté de cheminement puisqu'il n'est pas restreint à un simple trottoir. Le déplacement y est donc généralement plus lent et moins rectiligne. Mais précisons que le caractère commerçant et passant de ce type d'espace n'est pas sans effet sur ce comportement.

Pour les usagers qui se déplacent avec un véhicule non motorisé, les perceptions auditives participent aussi du caractère piéton et rustique attribué aux zones pavées. Si elles sont plutôt agréables lorsqu'on se déplace à pied (avec une poussette), elles constituent un élément d'inconfort si la vitesse de déplacement est plus grande (rollers, longboard). Dans ce dernier cas, elles s'accompagnent en plus de vibrations qui se propagent dans tout le corps, et le cheminement devient malaisé :

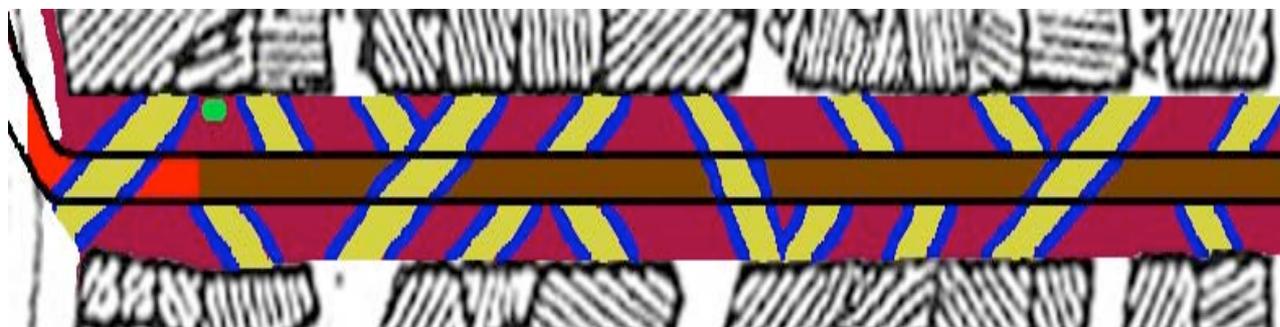
Participant N° 01 : *Souvent quand il n'est pas encore endormi, j'ai remarqué qu'en général, les petites irrégularités, des choses comme ça, ça semble le bercer, et du coup ça l'endort. Là en plus ça fait un rythme, « tagadactagadac », ça fait souvent euh, enfin assez rythmé quoi. Et en fait, pour moi c'est un son assez typique de Grenoble quoi. Ça me rappelle en plus souvent quand ma mère poussait la poussette, cette espèce de rythme de la poussette sur les pavés.*

Participant n° 04 : *A rollers, c'est tout du pavé donc tu, t'y vas jamais. Pour tout ce qui est petites roulettes, c'est le pire qu'on puisse faire. C'est pas des trucs fréquentables pour moi ça.*

Participant N° 06 : *Le trottoir dallé comme ça, y a pas mal de vibrations, pas mal de bruit, c'est pas super confortable en skate, et ça avance pas très vite. Généralement c'est autant pénible pour les gens que pour nous quoi, parce que c'est bruyant, et les gens apprécient pas toujours euh, qu'on roule dans ces endroits-là.*

La zone pavée

Exemple de l'avenue Alsace-Lorraine



(en jaune : matériau T1 ; en bleu : matériau T2 ; en bordeaux : matériau T3 ; en marron : matériau V1)

Relevé du paysage sensible :

REVETEMENT	Plusieurs formats de dalles et pavés, aux formes parfois irrégulières et aux rainures larges et creusées Généralement adhérent par temps sec
SON	Bruits liés aux commerces Passage régulier du tram avec sonnerie Fontaine au bout de l'avenue
LUMIERE	Axe bien éclairé, mais jamais totalement en plein soleil
THERMIQUE	Ombres formées par les arbres sur les deux trottoirs Les deux trottoirs sont l'un après l'autre complètement à l'ombre, suivant l'heure de la journée
ODEUR	Odeurs alimentaires (fast-food, cafés, brasseries, boulangerie, restaurants)

5. Conclusions

Cette seconde phase d'analyse avait pour but de mettre à jour des figures tactiles de l'espace, qui participent de la perception des formes construites et des espaces au cours du déplacement piétonnier, et par conséquent qui agissent sur le déplacement lui-même. Elle nous a permis de montrer que l'architecture n'était pas perçue par l'utilisateur comme un simple assemblage d'éléments physiques et matériels, mais aussi comme une succession de configurations sensibles, en l'occurrence d'ordre tactile. Parce qu'il est vécu par l'utilisateur au cours de son cheminement, l'environnement construit est ainsi identifié au travers de ses qualités sensibles tactiles, qui naissent de l'interaction entre les formes physiques et la perception ordinaire de celles-ci. L'étude de cette interaction, qui constituait la première phase de notre analyse, nous avait permis de mettre en évidence les qualités tactiles qui sont participatives du déplacement du piéton. Cette seconde phase d'analyse cherchait alors à déterminer comment certaines qualités tactiles se combinent pour former des figures tactiles, lesquelles permettent à l'utilisateur de caractériser les espaces qu'il traverse et d'adapter ses conduites cheminatoires en conséquence.

Ainsi nous avons montré que les formes construites, par l'intermédiaire des perceptions tactiles, devenaient des figures tactiles pouvant agir à chacun des niveaux d'élaboration du déplacement. De telles configurations renseignent l'individu sur la morphologie de son espace architectural et ses potentialités d'action :

- le passage souterrain, en raison de sa morphologie architecturale et de ses matériaux lisses et glissants, est perçu comme un espace où les usagers se déplacent à la manière d'un liquide dans un tube.
- les rues sécantes au trajet et les porches sont appréhendés, au travers de leurs propriétés thermo-aérauliques, comme des couloirs climatiques qui viennent entrecouper l'espace de cheminement du citadin.
- les bâtiments, les auvents et les arbres génèrent des passages ombragés, dont les limites varient avec le temps, qui attirent à eux l'individu et déterminent ainsi sa trajectoire.
- enfin, les matériaux modulaires rugueux, irréguliers et rainurés, constitutifs des zones pavées, sont considérés par l'utilisateur comme typiques des espaces

réservés aux piétons, induisant une certaine détente vis-à-vis du trafic qu'elle accueille, mais une attention accrue envers les matériaux eux-mêmes.

En résumé, nous avons pu éclaircir la manière dont la modalité tactile peut participer de l'expérience sensible de l'espace architectural et urbain. Cette modalité permet ainsi à l'individu d'avoir une perception tridimensionnelle de son environnement au cours de son déplacement dans celui-ci, par le biais d'un comportement actif et réactif.

CONCLUSION

I – Rappel des objectifs

Le but de ce travail de recherche était de pouvoir répondre aux interrogations suivantes :

- comment la modalité tactile intervient-elle dans l'élaboration du cheminement piétonnier ?
- dans quelle mesure cette modalité participe-t-elle de la perception sensible des espaces ?

Les origines d'un tel questionnement provenaient de la volonté de mettre à jour l'existence d'une expérience architecturale qui ne se limite pas à la modalité visuelle, mais qui intègre des perceptions de l'espace faisant appel à la modalité tactile. De cette manière, nous pouvions alors réhabiliter le toucher par rapport aux autres sens, afin qu'il lui soit redonné la place qui lui revient dans l'appréhension des espaces architecturaux et urbains.

Notre problématique a alors pris forme autour de deux hypothèses fondamentales. La première affirmait que le cheminement dans l'espace public est dépendant en partie des perceptions que l'utilisateur peut avoir à propos des propriétés tactiles de son environnement. La seconde hypothèse, qui découlait de la première, supposait que l'environnement peut être caractérisé par le citadin sur la base des qualités tactiles qu'il renferme, permettant l'identification des espaces publics urbains par le recours à des figures sensibles tactiles.

Notre démarche se voulait exploratoire, car les études sur ce sujet sont peu nombreuses. C'est la raison pour laquelle nous avons voulu faire un état des lieux des connaissances concernant le toucher, et ce dans les diverses disciplines qui s'y sont intéressées de près : philosophie, psychologie cognitive, psychologie sociale, psychologie clinique. Ce panorama a permis de clarifier les différentes habiletés perceptives et sociales qui lui sont attribuées, ainsi que le fonctionnement de la modalité tactile. S'il a pu paraître long, cet exposé nous semblait nécessaire pour définir au mieux les différentes sensibilités regroupées par le toucher, et montrer que la modalité tactile pouvait participer du déplacement de l'individu car elle intervient fondamentalement dans l'action. Puis nous nous sommes penchés sur l'importance accordée à la modalité tactile dans la conception des espaces publics, et du construit en général. Enfin, nous avons rappelé ce que la notion d'ambiance recouvrait, et comment notre recherche s'articulait autour d'elle.

Par conséquent, le choix de nos outils méthodologiques reposait sur le respect de l'interdisciplinarité. En effet, notre objet d'étude nécessitait une analyse *in situ* des différents phénomènes qui le composent. Il nous a donc fallu mettre en place une méthodologie d'enquête qui permette de croiser des données objectives, les unes issues de l'examen des qualités sensibles des espaces et les autres provenant de relevés métrologiques, avec des données plus subjectives, résultant de l'étude des discours des participants. La mise en relation de ces différentes informations lors de l'analyse nous a alors permis de ressaisir chacune d'elles par rapport à l'ensemble du corpus de données.

Les résultats que nous allons exposer sont loin d'être exhaustifs. Mais ils fournissent déjà des éléments de réponse quant à la question du rôle de la modalité tactile dans le déplacement du piéton en ville. D'une part, ils nous ont permis de déterminer l'impact de certaines perceptions tactiles de l'environnement sur l'élaboration du cheminement piétonnier ; d'autre part, ils nous ont aidé à montrer que les usagers pouvaient caractériser les espaces sur un plan tactile. Nous allons discuter ces résultats de manière plus approfondie. Après quoi nous ferons une critique des méthodes utilisées, et envisagerons les améliorations et les ouvertures qui peuvent être faites.

II – Résultats de la recherche

1. Propriétés tactiles

La première phase de notre analyse consistait à éprouver la validité perceptive des critères de catégorisation des sols que nous avons proposés, et montrer en quoi ils agissent sur le déplacement du piéton. Dans un premier temps, nous avons effectué des relevés métrologiques de ces critères pour chacun des matériaux présents sur notre terrain d'étude. Puis, après avoir réalisé l'ensemble des parcours commentés avec les participants, nous avons cherché à savoir comment ils percevaient les différents matériaux par l'intermédiaire de la modalité tactile. Certains de nos critères sont ainsi souvent revenus dans le discours des usagers pour tenter de décrire leur perception des sols, ce qui était indicateur de leur validité au niveau perceptif.

C'est le cas pour l'adhérence, qui se définit comme l'aptitude d'un matériau, soit naturellement, soit à la suite d'un traitement spécifique, à éviter le glissement des usagers en cas de pluie. Elle a été citée à de nombreuses reprises comme un facteur jouant sur les conduites cheminatoires : le degré d'adhérence d'un sol détermine les forces de frottements qu'il génère, il va donc moduler la vitesse de déplacement de l'utilisateur en faisant varier les sentiments d'aisance et de sécurité. Dans l'ensemble, les descriptions des participants étaient congruentes avec les mesures que nous avons effectuées sur le terrain. L'adhérence est donc un critère de définition des sols à la fois physique et perceptif : elle constitue un indice solide pour établir une typification des revêtements des espaces publics en fonction des conduites cheminatoires qu'ils génèrent. Il réside malgré tout un problème à son sujet : pour un matériau donné, l'adhérence varie en fonction des conditions climatiques.

En revanche, l'état de surface tel que nous l'avons défini est plus controversé. C'est un critère qui rassemblait plusieurs propriétés matérielles : la dureté, la rugosité, et les irrégularités. D'abord, les matériaux durs n'ont pas suscité de commentaires, car ils sont extrêmement présents dans le monde urbain, donc constituant une donnée implicite pour les usagers ; par contre les matériaux souples ont immédiatement attiré l'attention, mais étant très peu représentés sur notre terrain, ils ont été rencontrés sur le parcours par un faible nombre de participants. La rugosité et les irrégularités, que nous avons distinguées sur le plan physique,

apparaissent assez confuses pour les usagers : les termes employés par ceux-ci sont assez diversifiés, mais font référence de manière indistincte à l'une ou l'autre de ces propriétés. La conclusion que nous pouvons en tirer est que, soit la définition physique que nous faisons de ces critères est incorrecte, soit les usagers ne perçoivent pas de différence entre ces deux critères par manque de vocabulaire sur les matériaux. Cependant, si l'on agglomère les descriptions des participants, on s'aperçoit qu'ils influent quand même sur le cheminement piétonnier en jouant encore une fois sur la dimension sécuritaire du trajet, mais aussi sur le degré de confort de déplacement.

Les rainures ont aussi fait l'objet d'une unanimité perceptive, d'autant plus qu'elles étaient larges ou profondes. Leurs dimensions et leur fréquence, principalement appréhendées par le biais de la perception podo-tactile, ont été décrites de manière consensuelle par les participants. La comparaison avec les relevés métrologiques montre qu'il s'agit d'un critère valable de catégorisation des matériaux. Cependant, elles semblent plus facilement perceptibles pour les usagers circulant avec un véhicule sur petites roues (rollers, longboard, poussette) et pour les déficients visuels qui se servent de la canne blanche. Ils nous d'ailleurs ont fourni les descriptions les plus précises à leur sujet. Pour ces catégories d'usagers, elles sont source de gêne pour le déplacement lorsqu'elles sont importantes en taille et en quantité, car elles génèrent des vibrations qui deviennent inconfortables.

Le problème des pentes et des dénivelllements vient du fait qu'ils sont souvent détectés visuellement avant d'être perçus tactilement, du moins pour les usagers qui disposent du sens de la vue. Mais leur impact sur le déplacement ne fait aucun doute. En faisant appel à ses perceptions tactilo-kinesthésiques pour maintenir son équilibre corporel, l'utilisateur qui monte (ou descend) une pente modifie sa vitesse et/ou son attitude corporelle. Le rôle majeur de la sensibilité kinesthésique dans la perception des pentes a entraîné une difficulté de verbalisation de cette perception, car plus que les autres sensibilités tactiles, la kinesthésie s'exprime dans l'action plutôt que dans la description. C'est pourquoi notre analyse portait plus sur l'observation des conduites que sur le discours des participants pour ce critère. L'impact des dénivelllements sur les conduites cheminatoires n'a pas pu être observé, car ils étaient absents de notre terrain d'étude. La population des déficients visuels a tout de même souligné leur importance pour le repérage dans l'espace urbain : ils constituent des limites à franchir avec prudence, car indiquant l'entrée sur le territoire automobile.

Enfin, il est apparu un autre critère intervenant sur le cheminement piétonnier, celui des propriétés thermo-aérauliques des espaces. Même si notre intérêt majeur concernait la perception podo-tactile des sols, les caractéristiques thermo-aérauliques ont suscité de très

nombreuses remarques de la part des participants, et leur influence sur le déplacement a aussi pu être observée. Mais ceci est peut-être lié à la période de réalisation des parcours. Ces caractéristiques comprennent la température de l'air, la force (vitesse) du vent, et le rayonnement solaire. En période de fortes chaleurs, elles agissent sur les conduites cheminatoires en incitant l'utilisateur à se déplacer dans des espaces ombragés, et où un vent modéré entraîne une température équivalente sensiblement inférieure à la température réelle. En revanche, les vents violents sont une source d'inconfort et peuvent entraver le déplacement.

2. Figures tactiles

La deuxième phase d'analyse cherchait elle à mettre à jour des figures sensibles tactiles de l'environnement. Nous avons ainsi pu montrer que les espaces architecturaux et urbains ne sont pas appréhendés par l'utilisateur que comme ensembles de formes physiques construites, mais également comme une succession de configurations sensibles qui permettent de les caractériser. L'analyse a donc consisté en la mise en parallèle des perceptions usagères avec les descriptions physique et architecturale des espaces rencontrés sur le parcours. Les figures sensibles que nous avons pu identifier ne sont uniquement d'ordre tactile, car la perception ordinaire est multisensorielle ; le concours des autres perceptions sensorielles à ces configurations a été précisé le cas échéant.

Quatre figures tactiles ont ainsi pu être identifiées :

- le passage souterrain comme un tube.
- les rues perpendiculaires et les porches comme des couloirs climatiques.
- les écrans formés par le bâti et les arbres comme des passages ombragés.
- les aires piétonnes comme des zones pavées.

Les expressions qui ont été utilisées pour désigner ces figures renvoient d'une part aux particularités morphologiques et aux dimensions des espaces concernés, et d'autre part aux qualités tactiles perçues par les usagers comme contribuant à leur définition.

Ainsi le tube renvoie à un espace semi-fermé, d'une longueur bien supérieure à sa largeur, dont la fonction est d'établir une connexion entre deux points de la ville. Le caractère lisse et glissant de ses matériaux rend le déplacement plus fluide pour l'utilisateur jusqu'à une certaine limite de vitesse, qui, si elle est dépassée, entraîne la perte de stabilité de l'individu.

La pente présente en cet endroit contribue à ces perceptions et ces comportements, dans le sens positif comme dans le sens négatif. Les modalités visuelle et auditive prennent une part à la caractérisation du passage souterrain comme un tube : la perspective est unidirectionnelle et les sons sont réfléchis sur les parois.

Le couloir climatique désigne la perception, au cours du déplacement, d'un évidement de grande taille dans le bâti, que ce soit une rue perpendiculaire au trajet de l'individu ou un porche sous un bâtiment. Cette perception s'appuie sur les propriétés thermo-aérauliques de telles configurations spatiales. Ce sont des passages où le vent va venir s'engouffrer, générant une température ressentie plus faible que la température réelle : ils sont donc perçus à la fois par la force du vent lui-même et la diminution de température provoquée. S'y ajoute éventuellement le rayonnement solaire qui est filtré au travers de ces ouvertures, si l'espace concerné n'est pas déjà exposé en plein soleil. La combinaison de ces propriétés est perçue comme un couloir qui vient entrecouper le déplacement (s'il est perpendiculaire) ou l'accompagner (s'il a la même direction que le trajet). Les modalités visuelles et auditive contribuent aussi à cet effet : les perspectives s'ouvrent et les sons deviennent sourds.

La figure du passage ombragé met en jeu les propriétés tactiles du rayonnement solaire, autrement dit la perception de zones exposées au soleil ou à l'ombre grâce à la modalité tactile. En période de fortes chaleurs, les usagers cherchent généralement à se protéger du soleil, donc à cheminer en fonction des passages ombragés générés par les éléments de l'environnement (bâtiments, auvents, arbres). Cette configuration a pour particularité de présenter un caractère éphémère : ses dimensions et son emplacement varient au cours de la journée, et aussi en fonction des saisons. Les perceptions visuelles sont ici très liées aux perceptions tactiles dans la caractérisation de cette figure, car la luminosité dépend du rayonnement solaire.

Les zones pavées sont, pour les usagers, typiques des espaces publics réservés au trafic piétonnier. Cette association provient de la perception podo-tactile du relief spécifique à ces surfaces : les matériaux sont décrits comme souvent rugueux, adhérents et irréguliers. De plus, le relief peut être plus accidenté à certains endroits que d'autres. Et les revêtements sont très souvent composés de matériaux modulaires (pavés, dalles). Ces facteurs contribuent au sentiment de rusticité conféré à ce type de lieux. Ce qui est intéressant dans cette configuration, c'est qu'elle provoque un déplacement de l'attention : l'utilisateur peut se permettre d'être moins vigilant quant au trafic qu'elle accueille (pas de risques liés aux véhicules motorisés), mais il doit prendre garde au sol qu'il foule pour éviter de trébucher. Pour les individus se déplaçant avec un véhicule sur petites roues, c'est une figure tactile qui

devient très remarquable : pendant leur déplacement, ils ont un contact permanent avec le sol qui révèle l'intégralité de son relief. La figure de la zone pavée s'accompagne alors de perceptions auditives, générées par le choc des roues sur les matériaux.

3. Bilan

L'étude des cheminements piétonniers dans l'espace public urbain nous a permis de répondre, au moins en partie, à la double interrogation que nous avons formulée au début de ce travail, et de vérifier les hypothèses que nous avons énoncées.

Nous avons ainsi montré de quelle manière la modalité tactile participe du processus de déplacement, en examinant le rôle joué par certaines propriétés de l'environnement. Cela nous a permis de valider notre hypothèse selon laquelle la perception tactile de ces propriétés module les conduites cheminatoires de l'utilisateur, et ce à tous les niveaux : modification de la vitesse de déplacement, endroits précis par lesquels passe l'itinéraire, variation de l'attitude corporelle générale, et apparition de gestes spécifiques. Parallèlement, nous avons pu tester la validité perceptive des critères physiques de catégorisation des sols que nous avons sélectionnés : l'adhérence, les rainures et les pentes constituent des facteurs fiables pour prédire les variations de comportements des piétons suivant les espaces et les revêtements. Les propriétés thermo-aérauliques de l'environnement sont également de bons indices prédictifs des conduites cheminatoires. En revanche, le critère descriptif de l'état de surface des matériaux n'est pas apparu approprié, et les diverses propriétés qu'il regroupe nécessitent d'être réexaminées, même si certaines semblent avoir un impact sur le déplacement de l'utilisateur. Le rôle des mobiliers urbains n'a pas été développé ici : d'une part il n'a été mentionné que par la population des déficients visuels, et d'autre part la perception d'un mobilier urbain sur le trajet a systématiquement pour conséquence un comportement d'évitement (contournement). Il ne nous a donc pas paru judicieux de nous étendre sur la question. Enfin, la participation des perceptions haptiques manuelles au déplacement n'a pas pu être observée, du moins pas de manière à ce qu'elle soit généralisable : les déficients visuels font appel à ce type de perceptions au travers de leur canne, s'ils l'utilisent, mais majoritairement pour percevoir les obstacles constitués par les mobiliers urbains ; les autres éléments de l'environnement sont perçus par les pieds et le corps. Nous n'avons donc pas pu observer les procédures exploratoires manuelles identifiées par Lederman et Klatzky, et éprouver leur validité *in situ*.

La validation de notre seconde hypothèse s'est faite par l'identification de figures tactiles qui permettent à l'utilisateur de caractériser les espaces urbains qu'il traverse, sur la base des qualités tactiles renfermées dans ces derniers. Elles nous ont permis de déterminer la part de la modalité tactile dans l'appréhension de l'espace architectural : la combinaison de certaines propriétés matérielles et/ou thermo-aérauliques, parfois associées à d'autres qualités sensibles (visuelles, sonores), amène l'individu à se représenter l'environnement dans lequel il se déplace, en générant des ambiances propres aux lieux ou aux types d'espaces. En relation à cette catégorisation des espaces, il adapte son comportement en conséquence et modifie les paramètres de son cheminement, que nous avons cités dans le paragraphe précédent. Mais au-delà de leurs effets observables sur les conduites cheminatoires, nous pouvons dire que les figures tactiles renseignent l'utilisateur sur les potentialités d'action autorisées par l'espace où il circule. En d'autres termes, le citoyen évalue, en fonction des qualités tactiles qu'il perçoit dans son environnement, les paramètres de cheminement idéaux pour se déplacer, ainsi que les conduites à risque : par exemple, la figure du tube restreint la vitesse maximale de déplacement, tandis que celle du couloir climatique peut être révélatrice de la présence d'une rue et donc signifier à l'utilisateur qu'il est dangereux de s'arrêter à l'endroit où il se trouve (chaussée destinée au trafic automobile). C'est donc en indiquant les conduites cheminatoires les plus adéquates que les figures tactiles incitent l'individu à modifier son comportement.

Même s'ils n'ont pu être étudiés ici, nous rappelons que la modalité tactile a également des effets sur les comportements liés à la sociabilité publique. Les perceptions tactiles des usagers, qu'elles concernent les matériaux, l'atmosphère, les espaces ou les autres passants, peuvent les inciter à exprimer des conduites sociales spécifiques. Comme cela ne constituait pas l'objet primordial de notre recherche, notre protocole d'enquête ne prévoyait pas d'aborder ce thème. Et les participants ne s'étant pas spontanément exprimés sur le sujet, aucun de ces effets n'a pu être observé. Mais cette dimension du déplacement mérite que d'autres études s'y intéressent.

A l'issue de cette étude, nous avons montré que la modalité tactile participe de manière active au cheminement piétonnier, et qu'elle permet une perception tridimensionnelle de l'espace. L'ensemble des sensibilités tactiles est mis à contribution à cet effet. L'expérience architecturale est donc en partie conditionnée par les perceptions tactiles de l'individu au cours du déplacement. Nous savons bien sûr que l'appréhension globale des espaces résulte d'une synthèse des multiples perceptions sensorielles. Les conclusions que

nous avons tirées de nos résultats ne sont pas remises en question, mais les effets de la modalité tactile sur le déplacement que nous avons présentés ne sont pas systématiques : tout dépend de la pondération accordée par l'utilisateur à ses différentes perceptions sensorielles. A ce propos, nous pensons que l'efficacité perceptive que l'on peut attribuer à un sens est une question d'apprentissage et d'entraînement : si certaines modalités sont plus performantes, ce n'est pas une qualité qui leur est intrinsèque, et inversement. Pour que la modalité tactile puisse être utilisée de manière plus efficace dans le processus de cheminement, il faudrait avant tout qu'elle soit valorisée culturellement. Pour ce faire, les qualités tactiles de l'environnement devraient être prises en considération par les concepteurs des espaces publics dès la phase de projet, et non pas constatées après coup.

III – Limites et pistes de recherche

Plusieurs critiques peuvent être émises à l'encontre de notre étude au niveau des choix méthodologiques, nous en avons conscience. Mais cette recherche était avant tout exploratoire, et les méthodes d'enquête l'étaient par conséquent. Nous allons les passer en revue, car elles peuvent constituer le point de départ de recherches futures.

Tout d'abord, nous avons pu constater que la méthode des parcours commentés, seule, ne permettait pas d'obtenir autant de données sur les perceptions tactiles que nous l'aurions souhaité. Les participants ont parfois eu beaucoup de mal à décrire ce qu'ils percevaient sur le plan tactile, à trouver les mots justes, particulièrement au niveau des matériaux au sol. Les perceptions podo-tactiles apparaissent encore plus difficilement verbalisables que les autres : les interférences entre les actions motrices des membres inférieurs et les perceptions qu'ils transmettent sont d'ampleur supérieure à ce que nous pensions, même dans la perspective d'un trajet qui s'apparente à une promenade. D'autre part, bien qu'une extrême attention ait été portée aux comportements des participants lors des parcours, il nous était impossible de les répertorier de façon étendue : la présence d'un second enquêteur dévolu à cette tâche serait la bienvenue. C'est pourquoi nous avons initialement prévu de filmer certains parcours pour en permettre une analyse plus fouillée. Nous n'avons pu mettre cela sur pied par manque de moyens et de temps. Il serait intéressant de développer un tel protocole dans une recherche ultérieure, afin de pouvoir lister de manière exhaustive toutes les conduites cheminatoires possibles. L'idéal serait de faire visionner l'enregistrement vidéo à chaque participant après le parcours, pour une meilleure explicitation du lien entre le processus de cheminement et les qualités tactiles des espaces.

Ensuite, nous avons décidé de faire appel à une population participante hétérogène, pour obtenir les descriptions les plus variées possibles en fonction du rapport particulier que certaines catégories entretiennent avec la modalité tactile. Ce choix s'est effectivement révélé profitable pour saisir les différents points de vue sur l'espace public, cependant les catégories d'utilisateurs sont toutes sous-représentées dans l'échantillon global. Des recherches plus ciblées sur les différences de perception tactile et de déplacement suivant les catégories d'utilisateurs pourraient être menées, avec bien sûr un nombre de participants plus élevé que le nôtre et une meilleure diversité. À terme, cela permettra une conception des espaces publics qui intègre toutes les spécificités des modes doux de déplacement, que ce soit à pied ou avec un véhicule non motorisé : c'est le principe même de l'accessibilité pour tous.

Le problème de définition des critères de rugosité et d'irrégularités mérite d'être réétudié. Notamment il serait utile de savoir s'il y a ou non de ces caractéristiques au niveau perceptif. La meilleure manière de procéder consisterait à établir une typologie descriptive basée sur le vocabulaire des usagers (recueilli après entretiens), et la mettre en confrontation avec une caractérisation physique des matériaux, afin d'extraire les critères de catégorisation les plus comparables.

Concernant le choix du terrain, nous nous sommes rendus compte d'un défaut, mais trop tard. Bien qu'il y ait une bonne diversité de matériaux et d'espaces, le parcours ne comporte presque pas de traversées de chaussées ou de carrefours. La place de la Gare est un espace multimodal, cependant son accès à pied depuis l'avenue Alsace-Lorraine ne nécessite de franchir la chaussée qu'une fois ou deux (suivant l'itinéraire emprunté). Par conséquent, un terrain impliquant de traverser plus souvent les voies automobiles offre l'avantage de générer une plus grande variabilité dans le statut accordé au piéton selon les différents espaces, et peut-être de susciter d'autres conduites cheminatoires que celles que nous avons pu observer.

Enfin, nos relevés métrologiques ne prévoyaient pas initialement de prendre en compte des mesures localisées de luminosité, de vitesse du vent et de température. Seules des données globales concernant la ville avaient été collectées. Lorsque nous avons remarqué l'importance des propriétés thermo-aérauliques dans le déplacement du piéton, nous n'étions plus en mesure de disposer du matériel nécessaire pour effectuer des relevés plus précis. Nous savons que cela fait défaut à ce travail, et proposons de vérifier ainsi dans une prochaine étude l'objectivité des perceptions des usagers grâce à de telles données. Toujours est-il que les propriétés thermo-aérauliques ont fait l'objet d'une discrimination relativement fine sur le plan perceptif.

BIBLIOGRAPHIE ALPHABÉTIQUE

- Amphoux, P. et Thibaud, J-P. (2003). *Ambiances en débat*. Synthèse du séminaire interne 2000-2001 sur la notion d'Ambiance. Grenoble : CRESSON, *Collection Ambiances, Ambiance*, 237 p.
- Amphoux, P., Sauvageot, A., Thibaud, J-P., Petiteau, J-Y. et al. (1998). *La notion d'ambiance : une mutation de la pensée urbaine et de la pratique architecturale*. Lausanne : repro EPFL, 181 p.
- Augoyard, J-F. (1995). L'environnement sensible et les ambiances architecturales. *L'Espace géographique*, vol. 4, p. 302-318.
- Augoyard, J-F. (1998). Eléments pour une théorie des ambiances architecturales et urbaines. *Les Cahiers de la recherche architecturale*, p. 12-23.
- Berthoz, A. (1997). *Le sens du mouvement*. Paris : Odile Jacob, 345 p.
- Borillo, M., Sauvageot, A. (1996). *Les cinq sens de la création*. Recueil des débats des Rencontres pour ouvrir le XXIe siècle. Seyssel : Champ Vallon, *Collection Milieux*, 220 p.
- Centre d'études des transports urbains. Bagnoux (1986). *La ville à pied*. Paris : MULT, 61 p.
- Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme (CERTU) (2001). *Voirie rapide urbaine et espace public : quelles liaisons ?* Lyon : CERTU, *Collection Dossiers 115*, 199 p.
- CERTU (2004). *Sols urbains : pour une approche sensible*. Lyon : CERTU, 205 p.

- Communauté urbaine de Lyon (s.d.). *Le vocabulaire des espaces publics : les références du Grand Lyon*. Lyon : COURLY, 43 p.
- Couic, M-C. (2000). *La dimension intersensorielle dans la pratique de l'espace urbain*. Thèse de doctorat, spécialité Sciences pour l'Ingénieur, option Architecture, filière doctorale Ambiances Architecturales et Urbaines : école d'architecture de Grenoble, CRESSON ; université de Nantes, ISITEM, 96 p.
- Crunelle, M. (2001). *Toucher, audition et odorat en architecture*. Lanrodec : Ed. Scripta, 131 p.
- Crunelle, M. (1996). *L'architecture et nos sens*. Bruxelles : Presses universitaires de Bruxelles, 2^e édition, 143 p.
- Crunelle, M. (1987). *Exploration de la fonction tactile en architecture*. Thèse de doctorat, spécialité Sciences du comportement et de l'environnement : université Louis Pasteur (Strasbourg), 268 p.
- Delorme, A. et Flückiger, M. (2003). *Perception et réalité : une introduction à la psychologie des perceptions*, Bruxelles : De Boeck Université, 516 p.
- Dias, N. (2004). *La mesure des sens*. Paris : Aubier, 357 p.
- Hatwell, Y. (2003). *Psychologie cognitive de la cécité précoce*.
- Hatwell, Y., Streri, A. et Gentaz, E. (2000). *Toucher pour connaître : psychologie cognitive de la perception tactile manuelle*. Paris : PUF, 332 p.
- Hatwell, Y. (1986). *Toucher l'espace : la main et la perception tactile de l'espace*. Villeneuve-d'Ascq : Presses universitaires de Lille, 374 p.
- Heller, M. A., Schiff, W. (1991). *The psychology of touch*. Hillsdale (N. J.) ; Hove ; London: L. Erlbaum, 354 p.

- Josse, C. (2000). *La plastique du toucher : matières, corps, imaginaires*. Thèse de doctorat, spécialité Arts plastiques : université Rennes 2, 549 p.
- Kavounoudias, A. (1999). *Contrôle multimodal de la posture humaine : rôle des afférences proprioceptives musculaires et tactiles plantaires*. Thèse de doctorat, spécialité Neurosciences : université Aix-Marseille 1, 140 p.
- Leroux, A. (2001). *Structures et revêtements des espaces publics : guide technique*. Lyon : CERTU, 81 p.
- Marcaud, A. (1997). *Le rôle des matériaux dans la définition des ambiances : intention de conception et perceptions*. Mémoire de DEA Ambiances Architecturales et Urbaines, option Acoustique et Éclairagisme : école d'architecture de Grenoble, CRESSON, 79 p.
- Michel, F-B. (1992). *Le toucher : second thème des colloques Les cinq sens*. Montpellier, organisé par Michel, F-B., Alquié, M-C., Greck, G., 4-5 juin 1992, 128 p.
- Montagu, A. (1979). *La peau et le toucher : un premier langage*. Paris : Editions du Seuil, 219 p.
- Muret, J-P., Fouchier, P. et Paoletti, M. (1977). *Espaces extérieurs urbains*. Paris : Centre de Recherche d'Urbanisme, 196 p.
- Péchet, H. (2004) Le toucher, c'est la vie. *BioContact*, juillet-août, n° 138, p. 16-19.
- Proust, J. (1997). *Perception et intermodalité : approches actuelles de la question de Molyneux*. Paris : Presses universitaires de France, 303 p.
- Schiff, W., Foulke, E. (1982). *Tactual perception: a sourcebook*. Cambridge (Cambridgeshire) ; New York: Cambridge University Press, 465 p.
- Streri, A. (1991). *Voir, atteindre, toucher : les relations entre la vision et le toucher chez le bébé*. Paris : PUF, 269 p.

Thibaud, J-P. (2003) La parole du public en marche. In Moser, G. et Weiss, K., *Espaces de vie : aspects de la relation homme-environnement*. Paris : Armand Colin, 396p.

Thomas, R. (1996). *Les conduites piétonnières des non-voyants en ville*. Grenoble : CRESSON, 203 p.

Vélez Ortiz, M. C. (2001). *Des yeux aux mains : "toucher l'espace" : vers une nouvelle définition de l'espace tactile dans l'architecture moderne*. Thèse de doctorat, spécialité Art et Archéologie : université Panthéon-Sorbonne (Paris), 512 f.

ANNEXES

Annexe1 : Illustration photographique
du parcours



Départ dans l'avenue Alsace-Lorraine
(trottoir de Gauche)



Départ dans l'avenue Alsace-Lorraine
(trottoir de Droite)



Intersection avec la rue Gabriel Péri (G)



Intersection avec la rue Étienne Forest (D)



(G)



(D)



(G)



(D)



Intersection avec la rue Colonel Denfert-
Rochereau (G)



Intersection avec la rue Colonel Denfert-
Rochereau (D)



(G)



(D)



(G)



(D)



Intersection avec la rue Crépu (G)



Intersection avec la rue du Moulin de Canel (D)



(G)



(D)



(G)



(D)



Passage piéton au bout de l'avenue Alsace-Lorraine (G)



Voie de tramway au bout de l'avenue Alsace-Lorraine (D)



Virage à droite (D)



Arrivée sur la place de la Gare



Passage devant l'avenue Félix Viallet



Passage sous les auvents entre les bâtiments



Entre les bâtiments et la pelouse



Passerelle au-dessus de la pelouse



A droite de la pelouse



Interruption des auvents



A droite des auvents



A droite de la pelouse



Reprise des auvents



A droite des auvents



A proximité de la sculpture



Arrivée devant l'entrée principale de la gare



Entrée dans le hall de la gare



Escalier extérieur



Rampe extérieure



Ascenseur



Escalier intérieur



Arrivée dans le souterrain



Arrivée dans le souterrain



Arrivée dans le souterrain



3 marches en face et rampe intérieure à droite



Pente descendante



Fin de la pente



A mi-chemin du souterrain



Partie découverte



Arrivée au bout du passage



Escalier de gauche



Ascenseur



Escalier de droite



Arrivée sur la place Schuman (WTC en face)



Passage sous le porche du WTC



Arrivée dans la rue Pierre Sépard



Virage à droite



Arrivée à la station de tramway : fin du parcours

**Annexe 2 : Protocole d'enquête auprès
des participants**

Fiche explicative du parcours commenté

Le parcours

Vous allez effectuer, avec moi, un trajet partant du milieu de l'avenue Alsace-Lorraine et se terminant à la station de tram de la rue Pierre Sémard (ou dans l'autre sens). Vous serez libre de vos mouvements : si vous le souhaitez, vous pourrez vous arrêter momentanément, revenir en arrière, ralentir,... Je vais vous équiper d'un petit micro et d'un magnétophone, pour recueillir vos descriptions le long du parcours : vous prendrez soin de parler suffisamment fort, surtout s'il y a du bruit.

Principe

Au cours du trajet, vous allez me décrire tout ce que vous percevez de votre environnement par le toucher, que ce soit avec vos pieds, donc ce que vous percevez au niveau des sols, mais aussi avec vos mains (et canne) et avec votre corps entier (et véhicule). N'hésitez pas à rentrer dans les détails. Vous indiquerez également les modifications de votre parcours (tourner, monter/descendre, accélérer/ralentir,...).

Entretien a posteriori

Une fois le trajet effectué, nous prendrons un moment pour discuter de vos impressions sur ce parcours.

(Proposer de revenir à un endroit du parcours ; sinon, s'installer pour l'entretien.)

Renseignements personnels

Prénom :

Age :

CSP :

Catégorie d'utilisateur :

Conditions de réalisation

Date et Jour :	Heure :
----------------	---------

Météo :

Remarques particulières :

Entretien semi-directif

1) Quels ont été les moments du trajet les plus remarquables (importants) pour vous du point de vue du toucher, de vos impressions tactiles ? Pour quelles raisons précisément ?

2) Pourriez-vous me rappeler les différentes sensations tactiles dont vous vous souvenez sur l'ensemble du trajet, et ce que chacune d'elles évoque pour vous (qualités des matériaux, sentiments, lieux) ?

3) Quels impacts ont eu toutes ces impressions sur l'élaboration de votre cheminement (modification de l'allure, choix de passer plutôt à tel endroit) ?

4) Quel est votre degré de connaissance/fréquentation des différents lieux que nous avons traversé ? A quelles occasions/dans quel but les fréquentez-vous ?

5) Quelle importance accordez-vous généralement au toucher par rapport aux autres sens lorsque vous vous déplacez dans un espace public urbain (en ville) ?

6) Y a-t-il des lieux ou des quartiers de Grenoble (lesquels) que vous fréquentez parce que vous appréciez les qualités tactiles des matériaux qu'on y trouve (lesquels) ? Ou au contraire, des endroits que vous évitez car vous n'en aimez pas les propriétés tactiles ?

7) Pour finir, j'ai besoin de quelques renseignements personnels vous concernant, mais qui resteront anonymes.

Prénom :

Age :

CSP :

Catégorie d'utilisateur :

Annexe 3 : Récapitulatif des parcours
effectués

Parcours N° 03

Participante : Eliane.

Catégorie d'usager : totalement non-voyante depuis 2-3 ans, après avoir progressivement perdu la vue.

Sexe : femme.

Age : 54 ans.

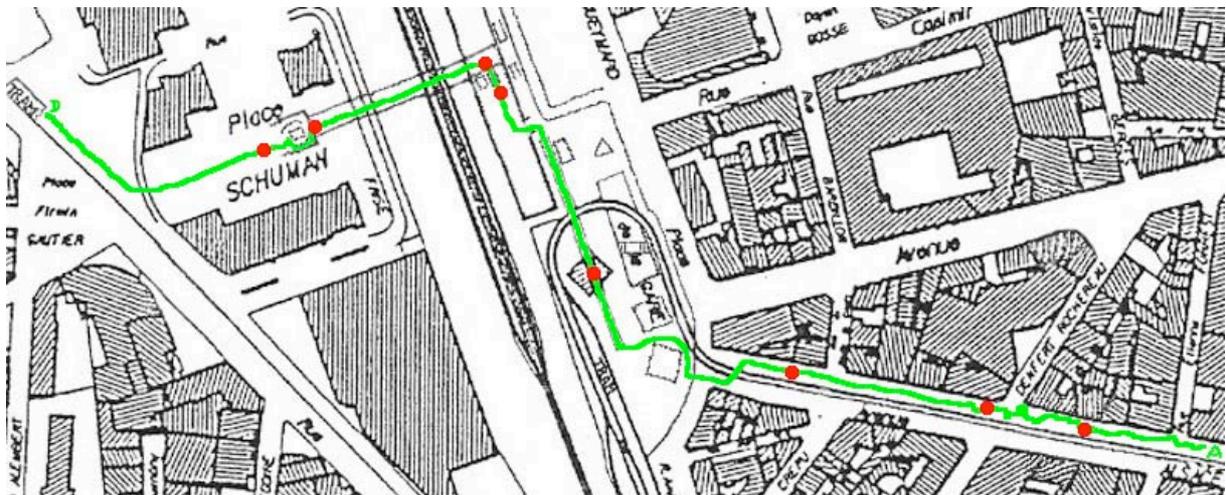
CSP : sans emploi depuis 2001 ; divorcée, vit seule, un enfant.

Familiarité avec Grenoble : née à Grenoble, et a toujours habité Grenoble (sauf pendant une période de 5 ans).

Date et heure : réalisé le Lundi 30/05/05, de 9h50 à 10h20 (durée : 30 min).

Sens : rue Pierre Sémard jusqu'à avenue Alsace-Lorraine.

Météo : couvert ; température réelle : 18°C ; vitesse du vent : 11 Km/h ; température ressentie : 18°C.



(en rouge : les arrêts)

Remarques :

- ne se déplace jamais seule ; ne se sert pas activement de la canne, sauf pour les montées et descentes d'escaliers ou de trottoirs.
- a quand même réalisé la fin du parcours sans guide avec sa canne, mais cheminement sinueux.

Parcours N° 05

Participant : Robert.

Catégorie d'utilisateur : non-voyant depuis 33 ans.

Sexe : homme.

Age : 73 ans.

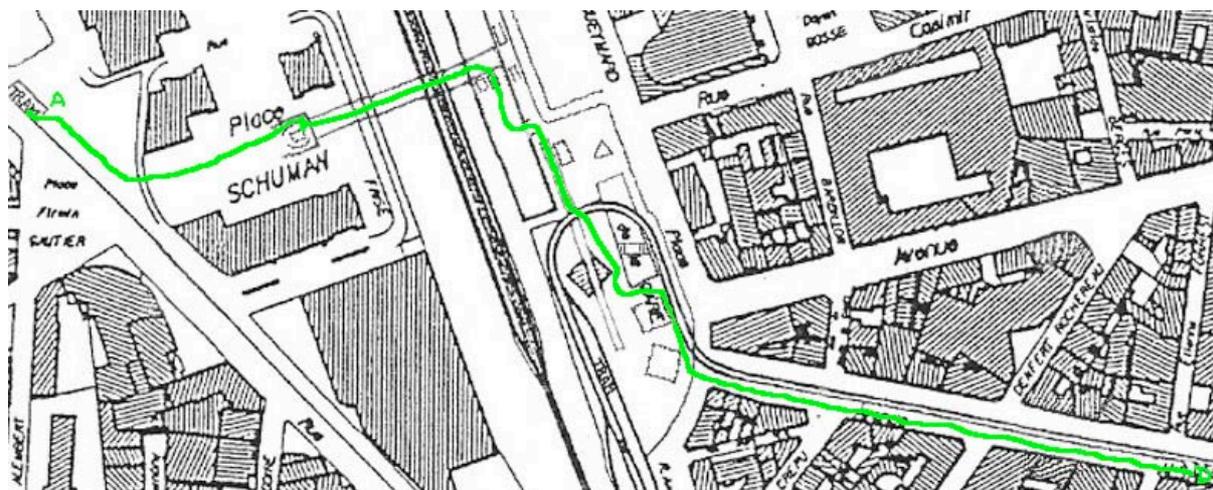
CSP : retraité (métallurgiste) ; divorcé, vit seul, deux enfants.

Familiarité avec Grenoble : a habité Grenoble de 1972 à 1974 ; a toujours habité la région grenobloise ; habite actuellement à Echirolles.

Date et heure : réalisé le Mercredi 01/06/05, de 15h52 à 16h10 (durée : 18 min).

Sens 1 : Alsace-Lorraine jusqu'à rue Pierre Sémard.

Météo : partiellement nuageux ; température réelle : 21°C ; vitesse du vent : 13 Km/h ; température ressentie : 21°C.



Remarques :

- capable de se déplacer de manière autonome dans les endroits familiers, sinon se déplace accompagné.
- arrive à conserver une trajectoire rectiligne.
- capacité de perception des masses.

Parcours N° 06

Participant : Thibaud.

Catégorie d'usager : longboard (planche à roulettes longue).

Sexe : homme.

Age : 22 ans.

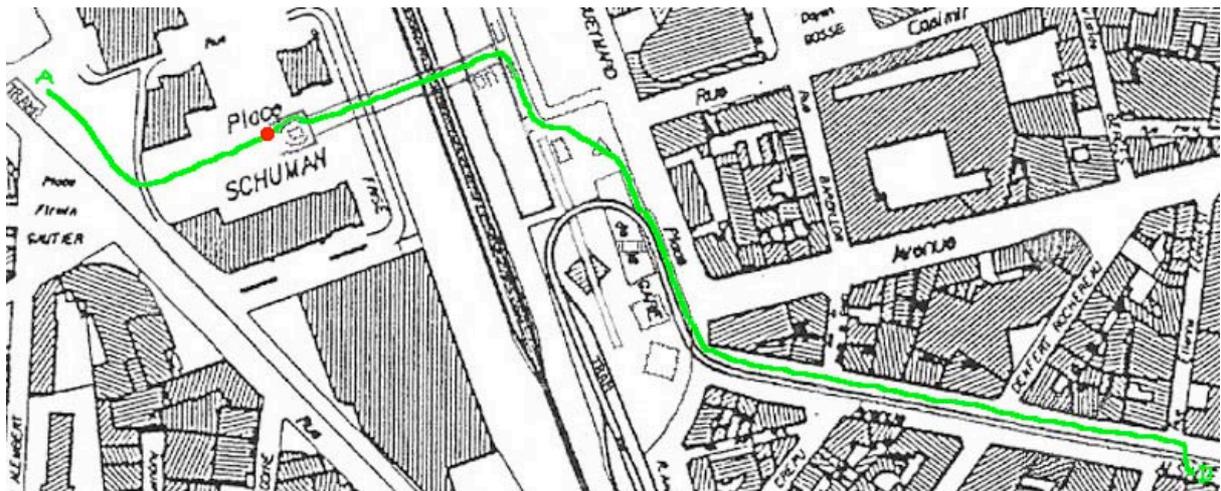
CSP : étudiant en 3^e année d'architecture ; vit en couple.

Familiarité avec Grenoble :

Date et heure : réalisé le Vendredi 03/06/05, de 10h15 à 10h20 (durée : 5 min).

Sens 1 : Alsace-Lorraine jusqu'à rue Pierre Sémard.

Météo : temps clair ; température réelle : 24°C ; vitesse du vent : 18 Km/h ; température ressentie : 24°C.



(en rouge : les arrêts)

Remarques :

- participant suivi à vélo.
- très à l'aise sur le longboard.

Parcours N° 07

Participants : Bernard (07a) et Rémy (07b).

Catégorie d'usager : non-voyant depuis 22 ans (07a) ; malvoyant depuis 14 ans, peut distinguer les contrastes si la lumière est suffisante (07b).

Sexe : hommes.

Age : 52 ans (07a) ; 41 ans (07b).

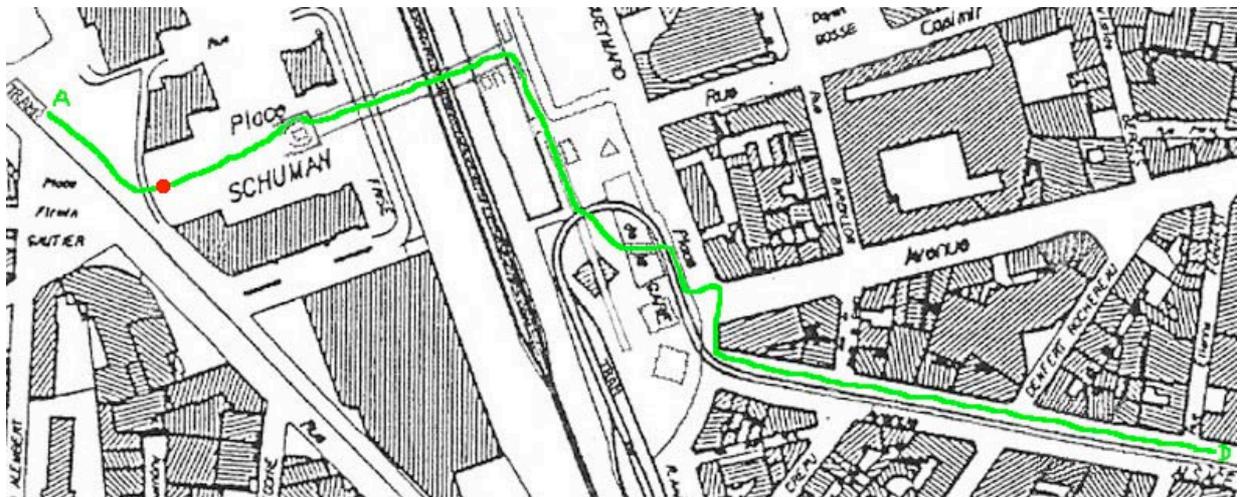
CSP : sans profession, vie maritale (07a) ; sans profession, vie maritale.

Familiarité avec Grenoble : habite à Pont-de-Claix (07a) ; habite à Grenoble depuis 11 ans (07b).

Date et heure : réalisé le Lundi 06/06/05, de 15h53 à 16h07 (durée : 14 min).

Sens 1 : Alsace-Lorraine jusqu'à rue Pierre Sémard.

Météo : nuages épars ; température réelle : 20°C ; vitesse du vent : 17 Km/h ; température ressentie : 20°C.



(en rouge : les arrêts)

Remarques :

- Bernard me tient par le bras, lui-même tenu au bras par Rémy.
- tous les deux capables de se déplacer de manière autonome dans les endroits familiers, sinon se déplacent accompagnés.
- Bernard possède la capacité de perception des masses.

Parcours N° 08

Participant : Alain.

Catégorie d'utilisateur : malvoyant (léger il y a 48 ans, puis plus grave depuis 32 ans), vision périphérique (doit lever les yeux ou regarder de côté), peut distinguer les formes globales et les contrastes.

Sexe : homme.

Age : 57 ans.

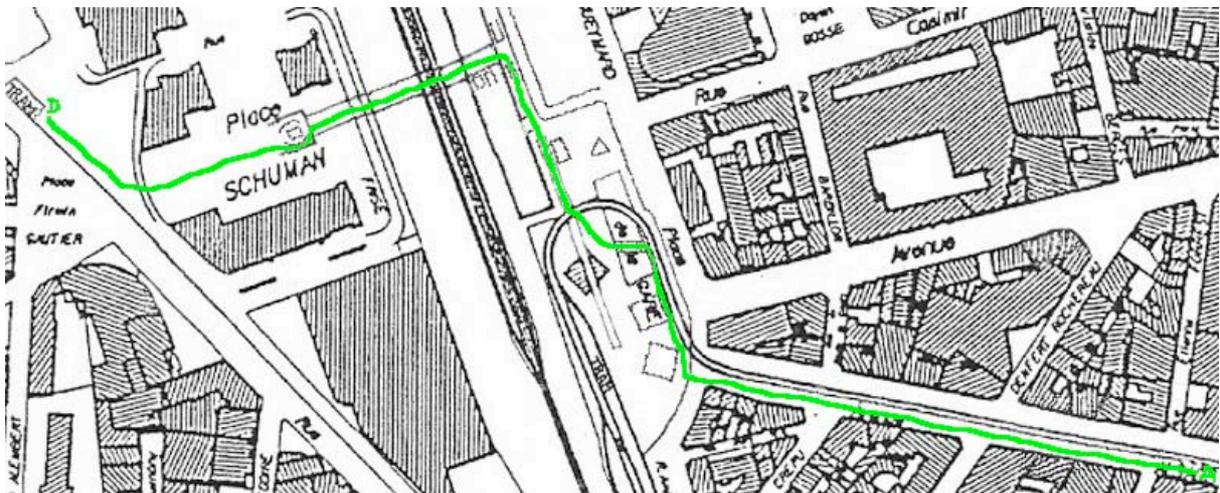
CSP : sans profession ; vie maritale.

Familiarité avec Grenoble : habite Moirans depuis 15 ans.

Date et heure : réalisé le Mercredi 08/06/05, de 14h48 à 15h02 (durée : 14 min).

Sens : rue Pierre Sémard jusqu'à avenue Alsace-Lorraine.

Météo : partiellement nuageux ; température réelle : 17°C ; vitesse du vent : 15 Km/h ; température ressentie : 16,5°C.



Remarques :

- un incident technique a empêché l'enregistrement du parcours, mais pas celui de l'entretien.
- capable de se déplacer de manière autonome dans les endroits familiers, sinon se déplace accompagné.
- arrive à conserver une trajectoire rectiligne.
- porte des lunettes de soleil pendant tout le trajet.
- effectue des mouvements plus amples et plus rapides avec la canne lors des transitions (entre ombre et lumière, ou entre matériaux).

Parcours N° 09

Participant : Cédric.

Catégorie d'utilisateur : usager ordinaire.

Sexe : homme.

Age : 24 ans.

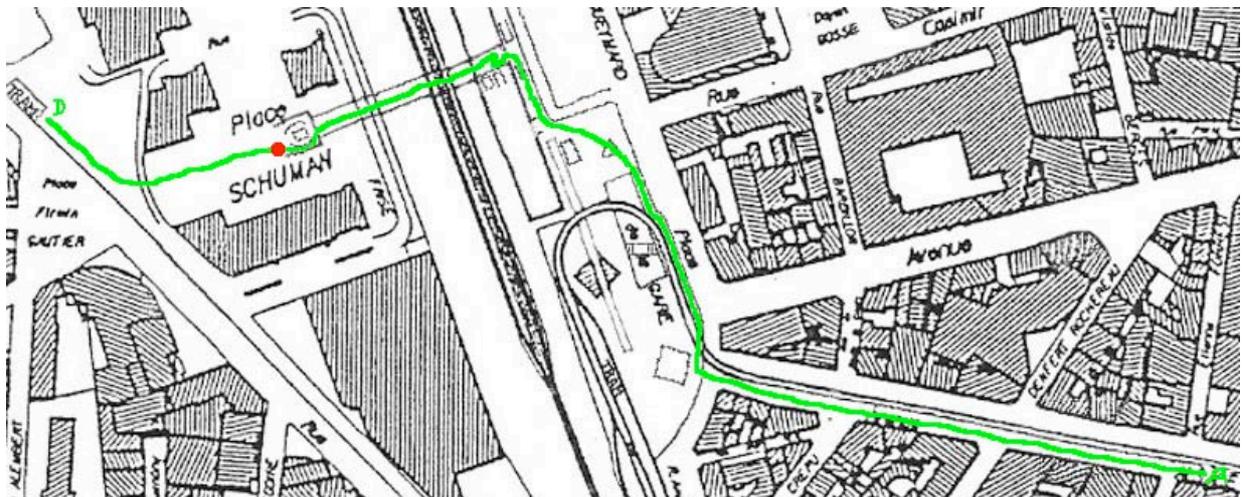
CSP : étudiant en Master 2 Chimie des Matériaux à Dijon ; vit seul (Grenoble), chez ses parents (Varois-et-Chaignot, vers Dijon).

Familiarité avec Grenoble : habite à Grenoble (quartier Europole) depuis février et repart début juillet (stage en entreprise).

Date et heure : réalisé le Samedi 11/06/05, de 18h13 à 18h24 (durée : 11 min).

Sens : rue Pierre Sémard jusqu'à avenue Alsace-Lorraine.

Météo : généralement nuageux ; température réelle : 24°C ; vitesse du vent : 13 Km/h ; température ressentie : 24°C.



(en rouge : les arrêts)

Remarques :

- connaît très peu de quartiers de Grenoble, sauf la place Schuman qu'il fréquente souvent.

Parcours N° 11

Participante : Anne-Lise.

Catégorie d'usager : non-voyante depuis 14-15 ans, se déplaçant avec chien-guide depuis 6 ans.

Sexe : femme.

Age : 26 ans.

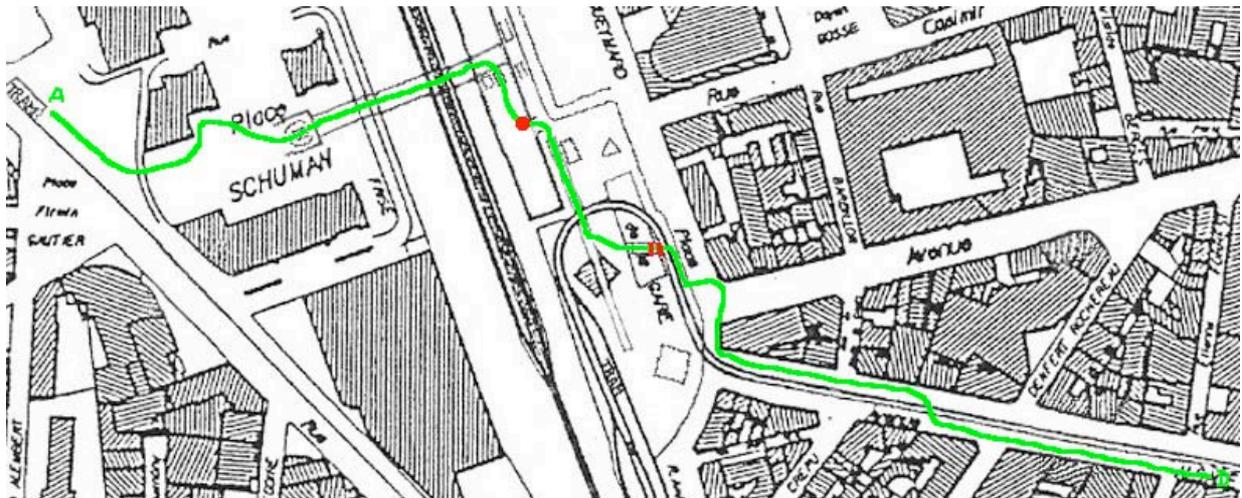
CSP : sans profession ; vit en couple.

Familiarité avec Grenoble : habite Grenoble (l'Ile Verte) depuis 7 ans.

Date et heure : réalisé le Mercredi 15/06/05, de 17h02 à 17h20 (durée : 18 min).

Sens 1 : avenue Alsace-Lorraine jusqu'à rue Pierre Sémard.

Météo : généralement nuageux ; température réelle : 24°C ; vitesse du vent : 13 Km/h ; température ressentie : 24°C.



(en rouge : les arrêts)

Remarques :

- capable de se déplacer de manière autonome (avec son chien) dans les endroits familiers, sinon se déplace accompagnée ; ne s'est jamais déplacée avec la canne.
- capacité de perception des masses.
- arrivée sur la place Schuman, son chien la tirait continuellement vers la droite malgré ses ordres ; puis a rejoint le parcours après de nombreuses hésitations de son chien.

Parcours N° 12

Participant : Moez.

Catégorie d'utilisateur : usager ordinaire.

Sexe : homme.

Age : 20 ans.

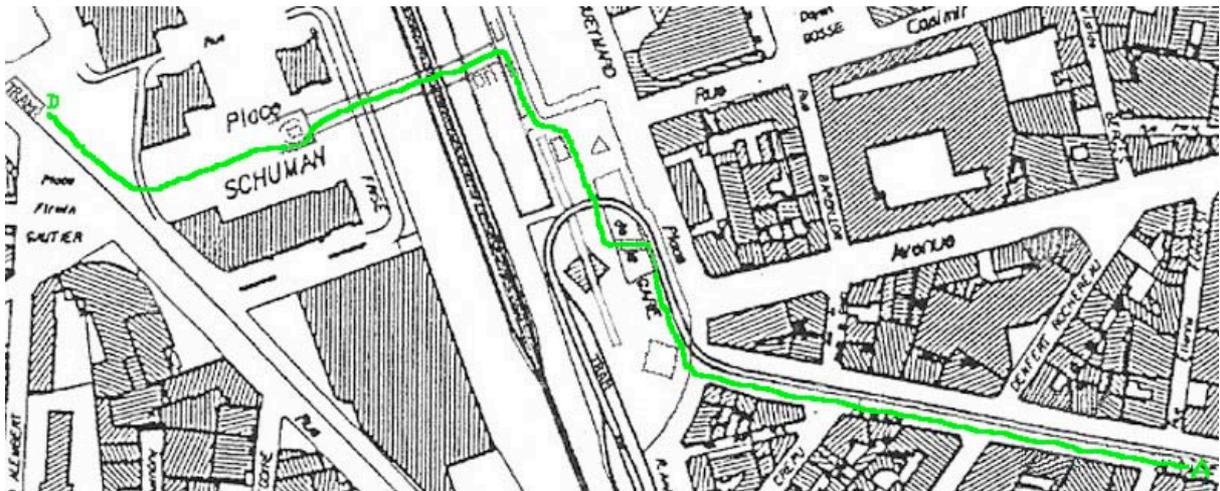
CSP : étudiant en Licence Génie des Systèmes Industriels ; vit en colocation avec 2 autres personnes.

Familiarité avec Grenoble : habite Grenoble depuis septembre 2004.

Date et heure : réalisé le Vendredi 17/06/05, de 12h52 à 13h01 (durée : 9 min).

Sens : rue Pierre Sémard jusqu'à avenue Alsace-Lorraine.

Météo : partiellement nuageux ; température réelle : 25°C ; vitesse du vent : 13 Km/h ; température ressentie : 25°C.



Remarques :

- a du mal à parler de ses perceptions tactiles, et revient souvent à ses perceptions visuelles.